



TESIS - PM 147501

# **PENILAIAN RISIKO PADA FASE KONSTRUKSI DAN FASE OPERASIONAL PROYEK TERMINAL DAN TANGKI MINYAK MENTAH DI KALIMANTAN TIMUR**

BAMBANG FEBIANTOPO  
NRP 9113202819

DOSEN PEMBIMBING  
Dr. Ir. Fuad Achmadi, MSME

PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI  
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN PROYEK  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2016



TESIS - PM 147501

# **THE RISK ASSESSMENT FOR CONSTRUCTION PHASE AND OPERATIONAL PHASE OF CRUDE TERMINAL AND STORAGE TANK PROJECT IN EAST KALIMANTAN**

BAMBANG FEBIANTOPO  
NRP 9113202819

SUPERVISOR  
DR. Ir. Fuad Achmadi, MSME

MAGISTER MANAGEMENT TECHNOLOGY PROGRAM  
PROJECT MANAGEMENT EXPERTISE  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2016

**PENILAIAN RISIKO PADA FASE KONSTRUKSI DAN FASE  
OPERASIONAL PROYEK TERMINAL DAN TANGKI MINYAK  
MENTAH DI KALIMANTAN TIMUR**

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Manajemen Teknologi (M.M.T)  
di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember


oleh :

**BAMBANG FEBIANTOPO**  
**NRP. 9113202819**


Tanggal Ujian  
Periode Wisuda

: 22 Januari 2016  
: Maret 2016

Disetujui oleh :

1.   
**Dr. Ir. Fuad Achmadi, MSME**  
**NIDN : 0720116103**

(Pembimbing)

2.   
**Dr. Indung Soedarso, M.T.**  
**NIDN : 0727115201**

(Penguji)

3.   
**Dr. Ir. Endah Angreni, M.T.**  
**NIP : DE002**

(Penguji)

Direktur Program Pascasarjana,

  
**Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D**  
**NIP: 196012021987011001**



# **PENILAIAN RISIKO PADA FASE KONSTRUKSI DAN FASE OPERASIONAL, PROYEK TERMINAL DAN TANGKI MINYAK MENTAH DI KALIMANTAN TIMUR**

Mahasiswa : Bambang Febiantopo  
NRP : 9113202819  
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Fuad Achmadi, MSME

## **ABSTRAK**

Obyek dari penelitian ini adalah Proyek Terminal dan Tangki Minyak Mentah di Kalimantan Timur. Fenomena risiko pada setiap Proyek Migas adalah Kecelakaan Kerja dan Pencemaran Lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi risiko-risiko yang akan timbul dari Proyek tersebut, kemudian merekomendasikan program mitigasi sebagai langkah antisipasi.

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada ISO-31000 yang disesuaikan dengan kondisi setempat, yaitu melakukan observasi awal, merumuskan permasalahan, melakukan *Focus Group Discussion (FGD)* guna menentukan kriteria penilaian risiko, kemudian melakukan identifikasi risiko dan mengumpulkannya dalam *Hazard Identification (HAZID) List*. Kemudian risiko yang teridentifikasi tersebut diobservasi dengan Analisis Kualitatif berdasarkan kriteria penilaian risiko menghasilkan risiko-risiko kategori *ALARP* yang harus dikelola nantinya. Selanjutnya Analisis Kuantitatif terhadap risiko kategori *ALARP* tersebut menghasilkan *Mitigation Plans* sebagai tindakan yang perlu dilakukan untuk mengantisipasi risiko tersebut.

Hasil penelitian membuktikan bahwa Metodologi tersebut mampu memprediksi potensi risiko seperti; SPM tertabrak/tertarik tanker, *anchor dropped/dragged*, *seabed soil structure slip*, *Excavator Bucket Impact*, dan tumpahan minyak. Metodologi ini juga mampu menghitung dan memberikan data empiris *safeguarding equipments* yang harus disiapkan serta *Risk Mitigation Programs* yang harus dilakukan untuk mengantisipasi potensi risiko tersebut.

**Kata kunci:** *Identifikasi, Penilaian, Analisis, Mitigasi, Monitor.*

# **THE RISK ASSESSMENT OF CONSTRUCTION PHASE AND OPERATIONAL PHASE FOR CRUDE TERMINAL AND STORAGE TANK PROJECT IN EAST KALIMANTAN**

Name : Bambang Febiantopo  
NRP : 9113202819  
Counselor : Dr. Ir. Fuad Achmadi, MSME

## **ABSTRACT**

The object of this research is Crude Oil Terminal and Tankages Project in East Kalimantan. The risk phenomenon involved in every oil and gas project are Safety and Environmental Issues. This study aims to identify and evaluate the risks involed in the project, and recommends the safeguarding and mitigation program as a precaution.

The methodology used in this research reffering to ISO-31000 frame which considering the Local Field conditions ;starting from preliminary observations, formulate problems, conduct Focus Group Discussion (FGD) , determine the risk assessment criteria, and conduct the risk identification. The Risks identified then obseved with Qualitative Analysis base on the risk assessment criteria to determin the risks that have to be manage As Low As Reasonable and Practicable (ALARP). Then the the ALARP risks observed with Quantitative Analysis to determin the detail Mitigation Plans to anticipate the risks occurance..

The research proves that the methodology is able to predict the potential risks such as SPM getting hit by vessels, dropped / dragged anchor, seabed soil structure slip, Excavator Bucket Impact, and oil spills. This methodology also able to calculate and provide the empirical data of safeguarding equipments should be prepared and Risk Mitigation Programs should be done to anticipate the potential risks.

**Key word:** Identification, Assessment, Analysis, Mitigation, Monitor.



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, rezeki, dan hidayahnya, sehingga karya tulis ilmiah dengan topik Penilaian Risiko Pada Fase Konstruksi dan Fase Operasional Proyek Terminal dan Tangki Minyak Mentah di Kalimantan Timur ini dapat selesai dengan baik. Karya tulis ini disusun sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi strata Dua dan memperoleh gelar Magister Manajemen Teknologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis mengucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada pihak-pihak yang telah berperan serta dalam penelitian Tesis ini, antara lain :

1. Teman-teman pekerja Fungsi Engineering Center PT Pertamina Persero khususnya kepada ibu Silvana da Costa, yang telah memberikan semangat sejak awal pendaftaran sebagai mahasiswa MMT-ITS sampai dengan selesainya karya tulis ini.
2. Bapak Dr. Ir. Fuad Achmadi, MSME selaku dosen pembimbing penelitian karya ilmiah ini , yang telah meluangkan waktu, dan pemikiran, serta motivasi setiap waktu selama proses penelitian berlangsung.
3. Seluruh Dosen Pengajar di Magister Manajemen Teknologi, atas jasa tanpa pamrih dalam memberikan pelajaran yang sangat berharga.
4. Seluruh Karyawan MMT-ITS, atas bantuan dan pelayanan yang diberikan selama perkuliahan sampai selesainya karya tulis ilmiah ini.
5. Istri Penulis ,Devitya Meetha Arsyanthi berserta anak-anak Prahastiwi, Ramadhi, Haryo Ali R., dan Brama Soeryo P. yang selalu mendukung setiap

Semoga karya tulis ilmiah ini bermanfaat bagi yang memerlukan dan pengembangan ilmu pengetahuan di masa mendatang , serta dapat berguna bagi Agama, Nusa dan Bangsa.

## DAFTAR ISI

ABSTRACT.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
BAB 1 <u>PENDAHULUAN</u> .....	14
1.1 Latar Belakang .....	14
1.2 Perumusan Masalah .....	16
1.3 Tujuan Penelitian .....	17
1.4 Manfaat Penelitian .....	17
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	17
1.6 Pembatasan Permasalahan .....	17
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	20
2.1 Gambaran Proyek.....	20
2.2 Definisi Risiko Menurut ISO 31000 .....	21
2.3 Intisari UU RI No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja .....	22
2.4 Intisari UU RI No. 32 Tahun 2009 tentang Lingkungan Hidup .....	22
2.5 <i>Focus Group Discussion (FGD)</i> .....	23
2.6 Definisi Risiko Proyek ( <i>Project Risk</i> ).....	24
2.7 Risiko yang Khas pada Proyek Konstruksi.....	24
2.8 Definisi Ketidak Pastian Menurut Beberapa Literatur.....	25
2.8.1 Sumber Risiko.....	26
2.8.2 Sumber Ketidak Pastian.....	26
2.9 Identifikasi Risiko ( <i>Risk Identification</i> ) .....	29
2.10 Penilaian Risiko ( <i>Risk Assessment</i> ).....	30
2.10.1 <i>Risk Acceptance Criteria</i> Menurut DNV-RP-H101 .....	31
2.11 <i>Analisa Risiko (Risk Analysis)</i> .....	32
2.11.1 Analisis – Kualitatif.....	33
2.11.2 Analisis – Kuantitatif.....	33
2.11.3 <i>Analyzing Project Risk Index</i> .....	33

2.12	Penelitian Terdahulu .....	34
2.13	Posisi Penelitian .....	35
BAB 3 METODA PENELITIAN .....		37
3.1	Observasi Awal .....	38
3.2	Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian .....	38
3.3	<i>Focus Group Discussion (FGD)</i> .....	38
3.4	Identifikasi Bahaya ( <i>Hazard Identification/HAZID</i> ) .....	40
3.4.1	<i>Natural Hazard</i> .....	40
3.4.2	<i>Environmental Impact</i> .....	40
3.4.3	<i>External/Third Party</i> .....	40
3.4.4	<i>Hazards Process</i> .....	40
3.4.5	<i>Non Hazards Process</i> .....	41
3.4.6	<i>Health Hazards</i> .....	41
3.4.7	<i>Working Environment</i> .....	41
3.5	Analisis Kualitatif .....	41
3.3.1.	Penyusunan Kriteria Analisis Kualitatif .....	42
3.3.2.	Penilaian Risiko Secara Kualitatif .....	42
3.3.3.	<i>Hazid Study-Record Sheet</i> .....	43
3.6	<i>ALARP Risks List</i> .....	44
3.7	Analisis Kuantitatif .....	44
3.8	Rencana Mitigasi Risiko ( <i>Risks Mitigation Plan</i> ) .....	45
3.9	Pengambilan Kesimpulan dan Saran .....	46
BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....		47
4.1	Data Yang Dipakai Dalam Penelitian .....	47
4.1.1	Gambaran Konstruksi Proyek .....	47
4.1.2	Data Peninjauan Lapangan .....	48
4.1.3	Data <i>Metoccean</i> Statistik Arah dan Kecepatan Angin 1991-2010 .....	49
4.1.4	Data <i>Metoccean</i> Pasang Surut Air Laut .....	49
4.1.5	Data <i>Metoccean</i> Ketinggian Permukaan Air Laut Dalam 1 Tahun .....	49
4.1.6	Data <i>Metoccean</i> Ketinggian Dan Arah Gelombang .....	50
4.1.7	Data <i>Geotechnic Soil Properties</i> .....	50
4.1.8	Data <i>Geotechnic Topography</i> Onshore Pipelines .....	50



4.1.9	Data <i>Geophysic Bathymetric</i> Offshore Pipelines.....	51
4.1.10	Data <i>Lay Out</i> Offshore Pipelines .....	51
4.2	Pelaksanaan <i>Focus Group Discussion (FGD)</i> .....	51
4.3	Pelaksanaan Identifikasi Bahaya ( <i>Hazard Identification</i> ).....	54
4.4	Pelaksanaan Analisis Kualitatif ( <i>Qualitative Analysis</i> ) .....	55
4.4.1	Hasil Analisis Kualitatif.....	56
4.5	Pelaksanaan Analisis Kuantitatif ( <i>Quantitative Analysis</i> ) .....	61
4.5.1	<i>Oil Spill Modeling</i> .....	61
4.5.1.1	<i>SPM Data</i> .....	61
4.5.1.2	<i>The Spreading and Dispersion Formula</i> .....	62
4.5.1.3	<i>GNOME Data Entry</i> .....	63
4.5.1.4	Hasil Simulasi GNOME.....	65
4.5.1.5	Kalkulasi Penanggulangan Oil Spill .....	67
4.5.2	<i>SPM Anchor Failure Analysis</i> .....	68
4.5.3	<i>Anchor Dropped Calculation</i> .....	68
4.5.3.1	Data berat Jangkar Beberapa Jenis Kapal .....	68
4.5.3.2	<i>Mechanical Impact Due to Anchor Dropped Calculation</i> .....	69
4.5.4	<i>Anchor Dragged Calculation</i> .....	70
4.5.4.1	<i>Anchor Dragged Reference Data</i> .....	70
4.5.4.2	<i>Dragged Calculation</i> .....	73
4.4.5	<i>Seabed Soil Structure Slip Analysis</i> .....	74
4.5.5.1	<i>Offshore Pipeline Data</i> .....	74
4.4.6	<i>Excavator Bucket Impact Analysis</i> .....	79
4.5.6.1	<i>Onshore Pipeline Data</i> .....	79
4.5.6.2	<i>Bucket Impact Calculation</i> .....	80
4.4.7	<i>Fire Explosion Modeling</i> .....	83
4.5.7.1	<i>Tank Farm and Facility Data</i> .....	83
4.5.7.2	Penentuan <i>Failure Scenario</i> .....	84
4.5.7.3	<i>ALOHA Entry Data</i> .....	91
4.5.7.4	Hasil Analisis <i>Fire Explosion Modeling (FEM)</i> .....	94
4.5	Hasil Penelitian .....	96
4.5.1	Single Point Mooring (SPM 3200 DWT) .....	96

4.5.2	Offshore Pipelines.....	96
4.5.3	Onshore Pipelines .....	97
4.5.4	Tank Farm & Facility .....	98
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		101
5.1	Kesimpulan .....	101
5.2	Saran-Saran .....	102
LAMPIRAN 1 .....		104

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1.</b> Distribusi Risiko Pada Proyek .....	26
<b>Tabel 2.3.</b> Alokasi Risiko .....	27
<b>Tabel 2.5.</b> <i>The Six Classification Risk</i> .....	28
<b>Tabel 2.6 .</b> <i>Scale of Probability and Impact</i> (Chapman, 2001).....	29
<b>Tabel 4.1.</b> Rangkuman hasil Analisis Kualitatif SPM 3200 DWT .....	55
<b>Tabel 4.2.</b> Rangkuman hasil Analisis Kualitatif Offshore Pipeline.....	56
<b>Tabel 4.3.</b> Rangkuman hasil Analisis Kualitatif Onshore pipeline.....	57
<b>Tabel 4.4.</b> Rangkuman hasil Analisis Kualitatif Tank Farm & Facility.....	58
<b>Tabel 4.5.</b> Model Analisis Kuantitatif yang harus dilakukan.....	59
<b>Tabel 4.6.</b> Human Factors Errors and Equipment Failure.....	83

**Daftar Lampiran :**

1. Lay Out dan Orientasi Tangki
2. Kebocoran minyak : kebakaran, ledakan, tumpahan dan ceceran minyak.
3. Racun: Minyak mentah tidak termasuk kategori racun.
4. Kebocoran gas ke atmosfer : Flare , venting.
5. Pencemaran air oleh cairan buangan.
6. Buildings: Akomodasi untuk kebutuhan Control Room.
7. Lab Building : gas/smoke ingress to safe area, fire escalate to safe area.
8. Energy: electricity, electric static, pressure, heat
9. Storage and material handling.
10. Extreme Weather: high waves, heavy rain, lightning, thunderstorm.
11. Seismic activity, Volcano.
12. Landslides: erosion, earthquake, subsidence.
13. Security: riots, civil disturbance, threats, terrorism.
14. Other party activities, Third party activities: public activities, transportation, local industry.
15. Operations failure: human error during operations and/or maintenance.
16. Physical: Corrosion
17. Atmosphere: ventilation, exhaust fumes, confined space

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1.</b> Data Kecelakaan Kerja sekitar Tangki Timbun Minyak.....	13
<b>Gambar 1.2.</b> Chronological Distribution of Accidents in the WOAD .....	14
<b>Gambar 1.3.</b> Number of Accidental Events for Different Types of Unit.....	14
<b>Gambar 1.4.</b> Accidental Events in Chain in Relation .....	15
<b>Gambar 2.1.</b> Flow Process Konstruksi Proyek.....	19
<b>Gambar 2.2.</b> Arsitektur Manajemen Risiko Menurut ISO 31000-2009 .....	20
<b>Gambar 2.3.</b> Elemen Focus Group Discussion.....	22
<b>Gambar 2.4.</b> Risk Acceptance Criteria (DNV).....	31
<b>Gambar 3.1.</b> <i>Flow Process</i> Metodologi Penelitian.....	36
<b>Gambar 3.2.</b> HAZID <i>Form</i> .....	38
<b>Gambar 3.3.</b> Nilai Risiko Secara Kualitatif.....	42
<b>Gambar 3.4.</b> <i>Hazid Study-Record Sheet</i> .....	43
<b>Gambar 3.5.</b> <i>Risk Mitigation Plan Form</i> .....	44
<b>Gambar 4.1.</b> Proyek Terminal & Tangki Minyak Mentah Kaltim.....	46
<b>Gambar 4.2.</b> Peninjauan Lapangan.....	47
<b>Gambar 4.3.</b> Anggota Kelompok <i>Focus Group Discussion</i> .....	51
<b>Gambar 4.4.</b> Jalur Informasi Anggota Kelompok <i>Focus Group Discussion</i> .....	52
<b>Gambar 4.5.</b> <i>FGD Time Schedule</i> .....	53
<b>Gambar 4.6.</b> Hasil Identifikasi Risiko Offshore Pipelines.....	54
<b>Gambar 4.7.</b> Hasil Kualitatif Analisis Onshore Pipelines.....	54
<b>Gambar 4.8.</b> Situasi ketika Tanker sedang Loading Crude melalui SPM .....	62
<b>Gambar 4.9.</b> Visualisasi besarnya Subsea Hose 42 inch.....	62
<b>Gambar 4.10.</b> Terjadi Oil Spill Dari SPM Sejumlah 3000 barrels.....	64
<b>Gambar 4.11.</b> Setelah 1 jam luas pencemaran 1.7 km x 1.7 km.....	64
<b>Gambar 4.12.</b> Setelah 6 jam luas pencemaran 5 km x 6 km.....	65
<b>Gambar 4.13.</b> Setelah 12 jam luas pencemaran 8 km x 7 km.....	65
<b>Gambar 4.14.</b> Setelah 24 jam crude mencemari pantai sepanjang 6 km.....	66

<b>Gambar 4.15.</b> Geometri Umum Trenching Untuk Offshore Pipeline.....	74
<b>Gambar 4.16.</b> Posisi Pipa dan Bentuk Parit Tanpa Sheet Pile.....	75
<b>Gambar 4.17.</b> Posisi Pipa dan Bentuk Parit Dengan Sheet Pile.....	75
<b>Gambar 4.18.</b> Penampang Area Pipa Tertanam.....	76
<b>Gambar 4.19.</b> Penggalan Dengan Excavator Dari Darat.....	76
<b>Gambar 4.20.</b> Penggalan Dengan LCT & Long Arm Excavator.....	77



# BAB 1

## PENDAHULUAN

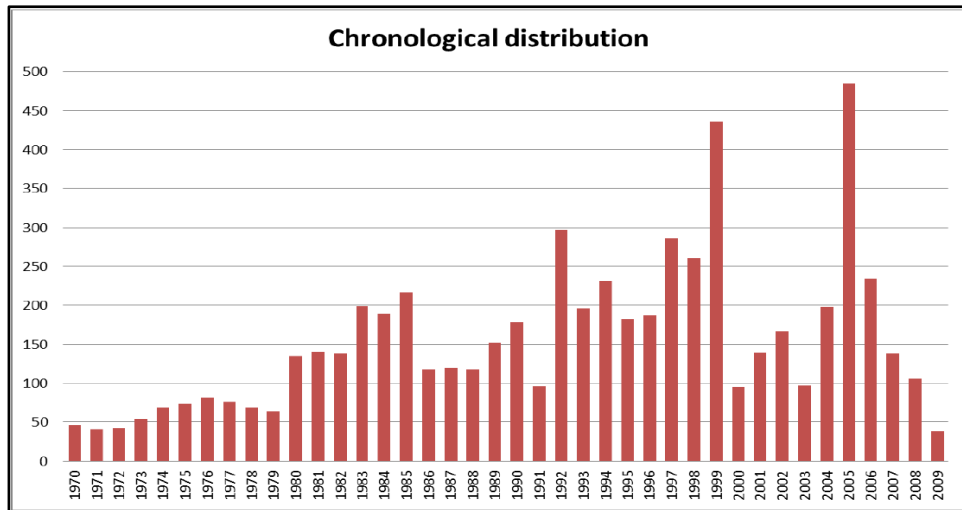
### 1.1 Latar Belakang

Dalam rangka memenuhi kebutuhan BBM dalam negeri dan meningkatkan margin perusahaan dalam kondisi naiknya kebutuhan BBM dalam negeri serta turunnya produksi *crude* domestik, PT Pertamina Persero bermaksud akan membangun Proyek Terminal dan Tangki Minyak Mentah di daerah Kalimantan Timur. Proyek ini nantinya akan meliputi; 14buah tangki timbun dengan total kapasitas 8,050 MB, *blending facilities*, *Utilities*, *Infrastructure Buildings*, *Onshore Pipelines*, *Offshore Pipelines*, dan *Single Point Mooring (SPM) 3200 DWT*.

Fenomena yang terjadi pada setiap pembangunan Proyek dengan Kondisi objek yang sedemikian kompleks, menggunakan banyak tenaga kerja, berbagai macam alat berat serta jam kerja yang cukup lama serta lokasi pekerjaan yang meliputi daratan (*Onshore*) dan pekerjaan bawah laut (*Offshore*), adalah munculnya risiko kecelakaan kerja dan gangguan Pencemaran Lingkungan. Berikut adalah data Kecelakaan Kerja dan Pencemaran Lingkungan dari Proyek-Proyek Sejenis:

Cause of tank accidents						
Year	1960–1969	1970–1979	1980–1989	1990–1999	2000–2003	Total
Lightning	4	10	19	37	10	80
Maintenance/hot work	1	5	9	12	5	32
Operational error	1	5	6	8	9	29
Equipment failure	3	1	5	7	3	19
Sabotage	2	5	2	6	3	18
Crack/rupture	0	3	3	3	8	17
Leaks and line rupture	0	3	2	5	5	15
Static electricity	2	1	2	2	5	12
Open flame	1	0	4	2	1	8
Nature disaster	1	2	1	1	2	7
Runaway reaction	2	1	0	2	0	5
Total	17	36	53	85	51	242

**Gambar 1.1. Data Kecelakaan Kerja sekitar Tangki Timbun Minyak (James I. Chang & Cheng-Chung Lin, 2006).**



**Gambar 1.2. Chronological Distribution of Accidents in the WOAD Database**

Type Of Unit	Accidents	Incidents / Hazardous situation	Near miss	Insignificant
Barge (not drilling)	41	20	2	0
Concrete structure	81	419	74	136
Drill barge	65	22	0	2
Drill ship	91	65	3	4
Drilling tender	10	4	0	1
Flare	1	0	0	1
FPSO/FSU	10	68	8	23
Helicopter-Offshore duty	238	17	13	3
Jacket	716	889	127	252
Jackup	552	210	13	33
Lay barge	21	14	0	1
Loading buoy	13	19	2	5
Mobile unit(not drill.)	18	3	0	0
Other	0	2	0	1
Other/Unkn. fixed struct	3	3	0	1
Pipeline	139	111	1	4
Semi-submersible	277	626	147	119
Ship, not drilling or production	6	27	1	8
Submersible	19	5	0	1
Subsea install./complet.	4	6	0	2
Tension leg platform	13	132	22	29
Well support structure	122	36	2	2

**Gambar 1.3. Number of Accidental Events for Different Types of Unit**

Event in Chain	Construction	Drilling	Idle	Operating	Other	Production	Support	Transfer
Anchor/mooring failure	21	117	16	27	10	13	9	8
Blowout	0	228	1	86	1	43	0	0
Breakage or fatigue	32	141	7	98	23	379	9	70
Capsizing, overturn, toppling	12	44	3	18	8	156	1	43
Collision, not offshore units	17	28	14	2	26	142	1	21
Collision, offshore units	21	130	13	18	51	98	12	35
Crane accident	29	302	4	54	4	251	2	4
Explosion	11	49	0	16	13	98	1	4
Falling load / Dropped object	38	509	4	127	14	403	3	14
Fire	27	195	5	51	43	678	21	10
Grounding	11	18	4	4	5	1	1	40
Helicopter accident	1	14	1	2	1	38	2	0
Leakage into hull	11	17	4	3	8	6	4	31
List, uncontrolled inclination	10	37	2	32	6	9	1	20
Loss of buoyancy or sinking	20	36	0	18	120	27	0	45
Machinery/propulsion failure	1	9	2	0	4	0	3	14
Other	11	65	3	11	226	121	3	6
Out of position, adrift	16	87	15	16	10	4	3	103
Release of fluid or gas	11	240	7	107	22	1499	3	4
Towline failure/rupture	3	1	0	4	0	0	0	102
Well problem, no blowout	0	353	0	152	1	50	0	0

**Gambar 1.4. Accidental Events in Chain in Relation to the Function Where They Occurred (Christou, Michalis and Konstantinidou, V, 2012)**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi risiko-risiko yang akan timbul dari pembangunan Proyek Terminal dan Tangki Minyak Mentah tersebut, kemudian merekomendasikan program mitigasi sebagai antisipasi agar dapat meminimalkan risiko-risiko yang akan muncul, sehingga Proyek tersebut dapat dilaksanakan dengan aman, tepat kualitas, tepat biaya dan tepat waktu, serta manfaatnya dapat diperoleh sesuai yang direncanakan.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, perumusan masalah yang dapat diteliti adalah:

- Bagaimana mengidentifikasi, menganalisa dan mengevaluasi timbulnya risiko pada Proyek Pembangunan Terminal dan Tangki Minyak Mentah di Kalimantan Timur, mulai fase konstruksi sampai dengan fase operasionalnya.

- b. Bagaimana melakukan mitigasi sebagai antisipasi untuk meminimalkan munculnya risiko tersebut.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi ,menganalisa dan mengevaluasi risiko yang akan timbul dari pembangunan Proyek Terminal dan Tangki Minyak Mentah ditinjau dari aspek keselamatan kerja dan keselamatan lingkungan.
2. Merekomendasikan program mitigasi sebagai tindakan antisipasi untuk mengelola risiko tersebut.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberi rekomendasi-rekomendasi kepada PT Pertamina agar keseluruhan proses konstruksi sampai dengan beroperasinya Proyek Terminal dan Tangki Minyak Mentah yang akan dibangun dapat berjalan dengan aman, tanpa kecelakaan kerja dan pelanggaran isu lingkungan.
2. Mengimplementasikan teori *Risk Management* dalam aktifitas proyek dan menjadi karya ilmiah yang dapat digunakan sebagai pedoman dalam setiap melakukan penelitian risiko konstruksi proyek, khususnya yang sejenis dengan proyek Terminal dan tangki minyak mentah milik Pertamina di Kalimantan.

### **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

- a. Melakukan Review Data *Site Survey* (Data Sekunder)
- b. Melaksanakan Identifikasi Bahaya (*Hazard*)
- c. Menganalisa, Mengevaluasi, Merekomendasikan Mitigasi Risiko.

### **1.6 Pembatasan Permasalahan**

Sehubungan dengan terbatasnya waktu, dan objektif dari penelitian ini dipergunakan sebagai *knowledge sharing* perihal Implementasi penilaian risiko (*Risk Assessment*), maka permasalahan dalam tulisan ini dibatasi sebagai berikut:

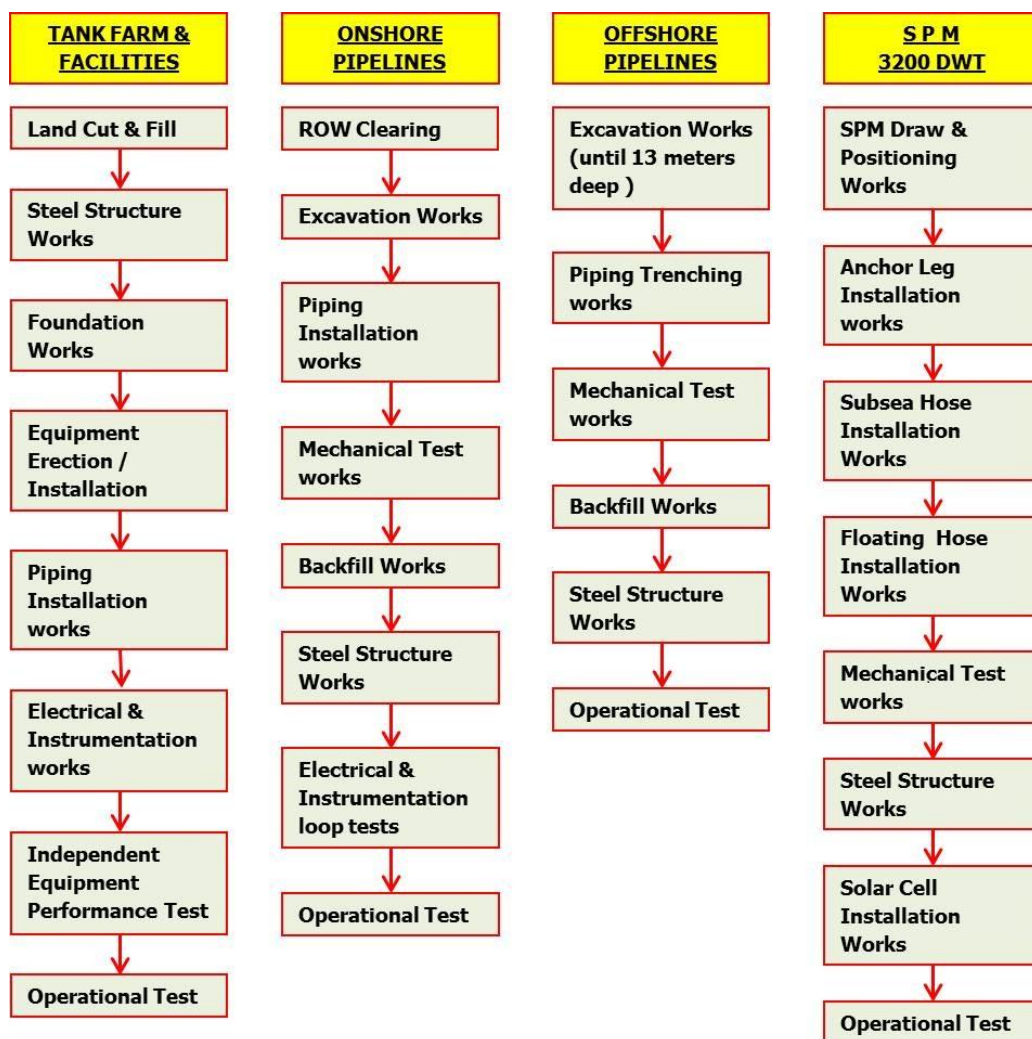
- a. Data-data yang dipakai adalah data sekunder yang sudah dilakukan pihak lain, seperti: *Metoccean Survey Data (Wind, Wave, Current, & Tide)* , *Geotechnic Survey Data (Soil Properties)*, *Geophysic Survey Data (Bathymetric, Sub bottom profile, Site scan sonar/sea bed feature, Topography/peta onshore, & Anomali magnetic/metal objects, salvages, debries etc)*.
- b. Simulasi *Performance & Skenario Strategy Operasional Terminal dan Tangki minyak mentah*, guna menjamin kelancaran Operasional Kilang selama Konstruksi, tidak dilakukan.
- c. Boundary kajian risiko untuk Fase Konstruksi hanya meliputi: *Pipeline Onshore, Pipeline Offshore dan SPM* , kemudian untuk Fase Operasional hanya meliputi : *Tank Farm & Facility, Pipeline Onshore, Pipeline Offshore dan SPM*
- d. Kajian mengenai faktor Sosial budaya tidak dilakukan, karena Proyek ini merupakan proyek pengembangan dari unit yang sudah ada sebelumnya, dan dilakukan di atas lahan sendiri.

## BAB 2

### KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Gambaran Proyek

Proyek Terminal dan Tangki Minyak Mentah di Kalimantan Timur ini meliputi; Tank Farm & Facilities (14 buah tangki timbun dengan total kapasitas 8,050 MB, *blending facilities, Utilities, Infrastructure Buildings*), *Onshore Pipelines, Offshore Pipelines* dan *SPM 3200 DWT*, dengan *Flow Process* Konstruksi masing-masing sebagai berikut:



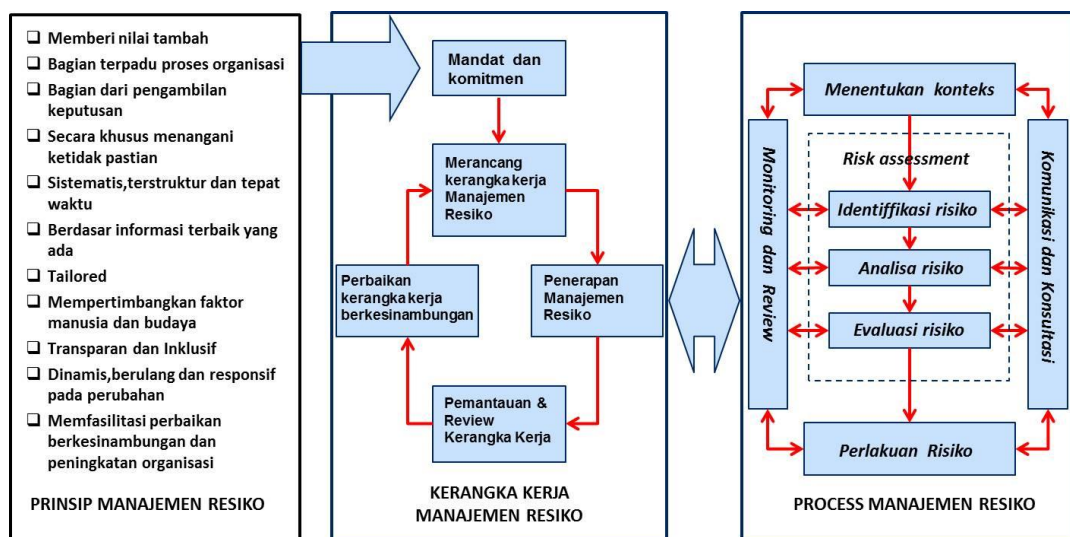
Gambar 2.1. Flow Process Konstruksi Proyek



## 2.2 Definisi Risiko Menurut ISO 31000

Risiko menurut ISO 31000 adalah, dampak dari ketidak pastian terhadap pencapaian sasaran. Dampak adalah penyimpangan dari sasaran (positif atau negatif), sasaran ada berbagai bentuk (finansial, product, pasar, lingkungan dll) dan dapat berlaku untuk berbagai tingkatan (strategis, organisasi, proyek, individu dll).

Risiko sering dikaitkan dengan potensi peristiwa dan dampaknya atau kombinasi keduanya. Risiko dinyatakan dalam suatu kombinasi antara konsekuensi/dampak dari suatu peristiwa dan kemungkinan terjadinya peristiwa tersebut. Ketidak pastian adalah kondisi dimana terdapat ketidak lengkapan informasi terkait dengan suatu peristiwa, dampaknya ataupun kemungkinan terjadinya.



**Gambar 2.2. Arsitektur Manajemen Risiko Menurut ISO 31000**

Komunikasi adalah proses penyampaian informasi dan pendapat yang mencakup multi-pesan mengenai isu-isu tertentu dan berlangsung dua arah. Konsultasi adalah proses komunikasi antara perusahaan dengan para pemangku kepentingan mengenai isu-isu tertentu terkait pencarian solusi atau pengambilan keputusan.

### **2.3 Intisari UU RI No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja**

1. Pada BAB III pasal 3 bahwa penetapan syarat-syarat keselamatan kerja untuk mencegah dan mengurangi; kecelakaan, kebakaran, bahaya peledakan, memberi kesempatan menyelamatkan dalam kondisi berbahaya, memberi pertolongan pada kecelakaan, memberi alat-alat perlindungan diri pada pekerja, mencegah dan mengendalikan timbulnya penyakit akibat kerja baik fisik maupun psikis, peracunan, infeksi dan penularan, dan seterusnya.
2. Pada BAB IV pasal 5 bahwa Direktur melakukan pelaksanaan umum, sedangkan para pegawai pengawas dan ahli keselamatan kerja ditugaskan menjalankan pengawasan langsung dan membantu pelaksanaannya, wewenang dan kewajiban direktur, pegawai pengawas dan ahli keselamatan kerja dalam melaksanakan Undang-undang ini diatur dengan peraturan perundangan dan seterusnya.
3. Pada BAB V Pasal 9 bahwa Pengurus diwajibkan menunjukkan dan menjelaskan pada tiap tenaga kerja baru tentang kondisi-kondisi dan bahaya-bahaya yang dapat timbul di tempat kerja, alat pelindung diri di tempat kerja, cara-cara dan sikap yang aman dalam pekerjaannya, dan seterusnya.

### **2.4 Intisari UU RI No. 32 Tahun 2009 tentang Lingkungan Hidup**

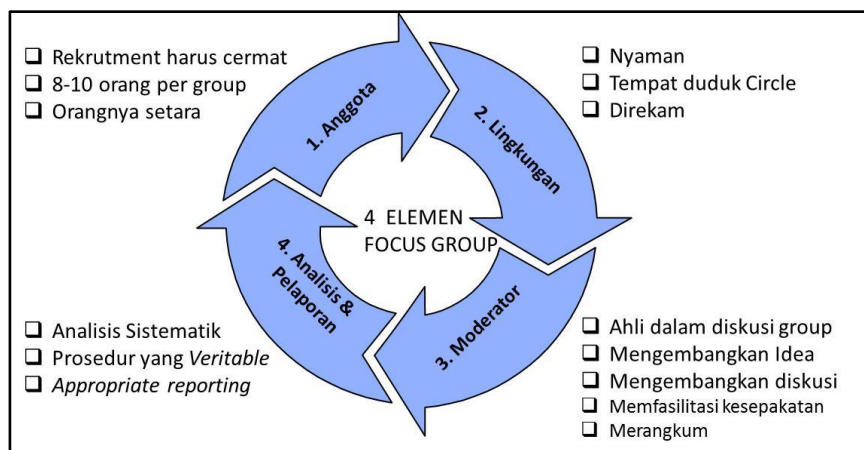
1. Pengendalian pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup dilaksanakan dalam rangka pelestarian fungsi lingkungan hidup.
2. Pengendalian pecemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup ini terdiri dari 3 hal yaitu: pencegahan, penanggulangan dan pemulihan lingkungan hidup dengan menerapkan berbagai instrument-instrument yaitu: Kajian lingkungan hidup strategis (KLHS); Tata ruang; Baku mutu lingkungan hidup; Kriteria baku mutu kerusakan lingkungan hidup; Amdal; UKL-UPL; perizinan; instrument ekonomi lingkungan hidup; peraturan perundang-undangan berbasis lingkungan hidup; anggaran berbasis lingkungan hidup; Analisis risiko lingkungan hidup; audit lingkungan hidup, dan instrument lain sesuai dengan kebutuhan dan /atau perkembangan ilmu pengetahuan.

## 2.5 Focus Group Discussion (FGD)

Metodologi Focus Group sangat bermanfaat untuk menggali dan menguji apa yang orang pikirkan, bagaimana orang berpikir, dan mengapa mereka berpikir melakukan hal tersebut untuk suatu kasus yang penting, tanpa memaksa mereka untuk memutuskan atau mencapai konsensus (Gloria E.Bader,Catherine A.Rossi, 2013) , Definisi lainnya *Focus Group Discussion (FGD)* adalah kelompok kecil orang yang diundang untuk membahas/mendiskusikan suatu topik (Daamen et al., 2011). Orang yang diundang adalah orang yang berpengalaman dan ahli dalam bidang yang akan dibahas.

Manfaat menggunakan metode *FGD* karena metode ini menyediakan proses yang terstruktur untuk mengumpulkan masukan dari anggota, mengungkapkan informasi yang lebih banyak daripada survey, informasi yang didapat lebih detail, kualitatif dan *FGD* memberikan kemudahan untuk partisipan berkontribusi tanpa terlalu banyak persiapan.

4 Elemen penting dalam Focus Group Discussion (FGD) :



**Gambar 2.3. Elemen Focus Group Discussion**

Secara ringkas proses dari metode FGD (Bader et al., 2001) dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Penentuan *key roles* yang akan terlibat dalam FGD ini, diantaranya *sponsor, facilitator, project leader dan participant*.
2. Mendefinisikan tujuan dari FGD ini dengan jelas. Selain itu sebelum dilakukan FGD, perlu disiapkan *purpose statement* yaitu untuk mengumpulkan masukan dari para ahli.
3. Mempersiapkan keperluan administratif diantaranya agenda FGD, teknis merekam diskusi, menentukan ruang rapat, alat bantu dll.
4. Melakukan kegiatan FGD sesuai dengan rencana yang sudah disusun
5. Melakukan analisa dari hasil FGD yang sudah dilakukan

6. Membuat kesimpulan dan rekomendasi berdasarkan hasil FGD

## 2.6 Definisi Risiko Proyek (*Project Risk*)

*Project Risk* , adalah efek kumulatif dari terjadinya ketidak pastian yang dapat menghambat pencapaian tujuan proyek. *Project Risk Managemen* adalah seni dan ilmu mengidentifikasi, menilai dan menanggapi risiko proyek selama proyek berlangsung guna mendukung pencapaian hasil terbaik dari proyek tersebut.

Objektif dari *Project Risk Managemen* adalah melakukan identifikasi faktor-faktor yang mungkin berpengaruh terhadap tujuan proyek seperti lingkup kerja, kualitas, waktu dan biaya dengan cara:

- a. Kuantifikasi kemungkinan dan dampak dari masing-masing faktor.
- b. Memberikan batasan-batasan untuk dalam pengendalian proyek.
- c. Memitigasi dampak dengan simulasi agar proyek masih dapat terkendali.

Terdapat 3 (tiga) elemen risiko proyek:

- The event itself* : suatu insiden atau situasi yang dapat terjadi pada waktu tertentu dalam suatu proyek
- Its probability* : kemungkinan bahwa risiko akan terjadi
- Its impact* : konsekuensi atau efek pada proyek jika risiko tersebut terjadi

Tingkat risiko atau nilai dari risiko yang diharapkan diukur berdasarkan probabilitas dan dampaknya, ICE dan FIA, 1998.

## 2.7 Risiko yang Khas pada Proyek Konstruksi

1. Penyelesaian desain dan konstruksi tidak sesuai waktu yang ditetapkan.
2. Garis besar perencanaan, persetujuan dan regulasi serta tata waktu yang tidak jelas.
3. Kondisi tanah yang tidak jelas.
4. Kondisi cuaca buruk , pemogokan pekerja.
5. Harga-harga yang tidak stabil terutama untuk tenaga kerja dan material.
6. Kecelakaan kerja yang menyebabkan cedera fisik permanen.

7. Risiko adanya cacat laten hasil pekerjaan struktur karena *workmanship* yang kurang baik.
8. Keadaan memaksa (*Force Majeur* seperti ,banjir, gempa, dll).
9. Keterlambatan penyelesaian design, menimbulkan klaim dari kontraktor karena menderita kerugian akibat mundurnya pekerjaan konstruksi.

## **2.8 Definisi Ketidak Pastian Menurut Beberapa Literatur**

1. Keadaan menjadi tidak pasti; apabila ada hal yang tidak pasti atau menyebabkan seseorang menjadi tidak pasti (*The state of being uncertain; a thing that is uncertain or causes one to be uncertain*, Hornby, 1995).  
Jika sebuah proyek menghadapi ketidakpastian, itu berarti bahwa ada banyak variabilitas yang tidak dapat diprediksi secara akurat.
2. Kurangnya kepastian dalam kaitannya dengan ukuran kinerja (*Lack of certainty in relation to performance measures*, Ward and Chapman, 2003).
3. Ketidakpastian akan terjadi terhadap proyek yang pada saat diputuskan segala sesuatunya belum diketahui termasuk rencana *outputnya* (*Uncertainty is taken to be anything that is not known about the output of a project at the time when a decision is made*, Byrne & Cadman, 1984 dan Flanagan & Norman, 1993).
4. Ketidakpastian mengacu pada masalah dimana tidak ada informasi (*Uncertainty refers to problems where there is no information*, Baloi and Price, 2003).
5. Ketidak pastian, kebalikan dari kepastian, adalah sebuah ketidak sempurnaan dari pengetahuan atau informasi dan konsekuensi yang mungkin terjadi menyangkut situasi mendatang (*Uncertainty, the opposite of certainty, is an imperfect state of knowledge or information and its possible consequences concerning future events*, Ritchie and Marshall, 1993).
6. Probabilitas atau tingkat kepercayaan diri untuk mencapai target yang direncanakan saat keputusan dibuat (*The probability or level of confidence to achieve a target plan when a decision is made*, Jaafari, 2001).
7. Ketidakpastian mengacu pada keadaan pikiran, dan berdasarkan kurangnya pengetahuan tentang apa yang mungkin terjadi di masa depan

*(Uncertainty refers to a state of mind, based on a lack of knowledge about what may happen in the future, Vaughan, 1997).*

8. Kurangnya pengetahuan tentang kemungkinan hasil yang keluar (*Lack of knowledge about possible outcomes*, Hilson, 2004).

### **2.8.1 Sumber Risiko**

Sumber risiko pada proyek umumnya karena:

1. Keunikan proyek
2. Pemangku kepentingan (*Stakeholders*) yang berbeda-beda
3. Faktor manusia
4. Terlalu banyak asumsi
5. Adanya kendala-kendala dan tujuan proyek
6. Adanya perubahan-perubahan
7. Faktor lingkungan

### **2.8.2 Sumber Ketidak Pastian**

Faktor-faktor penyebab ketidak pastian (*Factors causing uncertainty*, Ward and Chapman, 2003):

1. Variasi perkiraan: tidak mudah untuk memperkirakan biaya, waktu dan kualitas yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas tertentu. Penyebab ketidakpastian dapat mencakup: spesifikasi yang kurang jelas, kurangnya pengalaman, dan analisis yang terbatas.
2. Ketidak pastian dasar perkiraan: mungkin tergantung pada siapa yang memperkirakan, format apa yang dipakai, mengapa, bagaimana dan kapan perkiraan dibuat , dan atas sumber daya dan dasar pengalaman apa perkiraan itu dibuat.
3. Ketidak pastian tentang desain dan logistik: hal ini terkait dengan sumber daya manusia dan pihak-pihak yang terlibat dalam proyek. Terutama dalam menentukan keterlibatan, apa yang ingin dicapai, bagaimana pekerjaan dilakukan, dan apa sumber daya yang diperlukan oleh pihak-pihak tersebut.



4. Ketidak pastian tentang tujuan dan prioritas: hal ini menyebabkan ketidak pastian yang lebih besar. Misalnya: ketidak jelasan prioritas biaya, waktu dan kinerja.
5. Ketidak pastian tentang hubungan pihak- pihak yang bekerja dalam proyek: hal ini timbul dari biasanya spesifikasi, komunikasi, kontrak, dan koordinasi.

**Tabel 2.1. Distribusi Risiko Pada Proyek**

<b>1. Integration</b>	<b>2. Scope</b>	<b>3. Quality</b>
<i>Risk Events:</i> Awal integrasi yang salah antara <i>Project Management</i> terhadap <i>Project Life Cycle</i>	<i>Risk Events:</i> Perubahan <i>Project Scope</i> karena perubahan Regulasi	<i>Risk Events:</i> Kegagalan kinerja ataupun gangguan Lingkungan
<i>Risk Conditions:</i> Perencanaan, integrasi ataupun alokasi sumber daya yang tidak memadai.	<i>Risk Conditions:</i> Perencanaan, <i>Planning Lead Time</i> , definisi dari <i>scope breakdown</i> , ataupun <i>work packages</i> yang tidak memadai. <i>Quality Requirements</i> dan <i>Scope Control</i> tidak jelas	<i>Risk Conditions:</i> Prilaku terhadap <i>Quality</i> , dan <i>Quality Assurance Program</i> yang kurang memadai. <i>Design/ Materials/ Workmanship</i> yang substandard.
<b>4. Time</b>	<b>5. Cost</b>	<b>6. Risk</b>
<i>Risk Events:</i> Keterlambatan yang spesifik, misalnya, tenaga kerja mogok menolak bekerja, ketersediaan material, cuaca ekstrim dll.	<i>Risk Events:</i> Dampak kecelakaan kerja , kebakaran, pencurian dll. Perubahan harga tak terduga sehingga pasokan bahan baku berkurang.	<i>Risk Events:</i> Risiko terhadap risiko yang tidak terlihat. Perubahan pekerjaan untuk memenuhi lingkup kontrak.
<i>Risk Conditions:</i> Perubahan <i>Scope of work</i> tanpa memperhitungkan tambahan waktu /percepatan. <i>Competitive Product</i> dirilis terlalu awal, kesalahan memperkirakan ketersediaan sumber daya, alokasi salah dan keragu-raguan manajemen	<i>Risk Conditions:</i> Memperkirakan kesalahan, meliputi; ketidak pastian produksi , biaya, perubahan kontingensi, pemeliharaan, keamanan, pembelian, dll	<i>Risk Condition:</i> Mengabaikan risiko Tugas karyawan yang tidak tepat atau tidak jelas tanggung jawabnya, sistem manajemen asuransi yang kurang baik <i>Scope</i> kontrak yang tidak jelas.
<b>7. procurement</b>	<b>8. Human Resources</b>	<b>9. Communication</b>
<i>Risk Events:</i> • Kontraktor pailit • Penyelesaian Klaim atau litigasi	<i>Risk Events</i> • Pemogokan, terminasi, hancurnya organisasi	<i>Risk Events:</i> Keterlambatan atau tindakan yang salah karena informasi yang salah karena kegagalan komunikasi
<i>Risk Conditions:</i> Kondisi tidak dapat dipaksakan/klausa, tidak kompeten/ <i>unclear contractual assignment of risk</i> .	<i>Risk Condition :</i> Konflik tidak dikelola dengan baik, alokasi tugas dan tanggung jawab yang akuntabel dan memotivasi tidak jelas, tipe manajemen yang menghindari risiko	<i>Risk Conditions:</i> Perencanaan dan komunikasi yang ceroboh. Penanganan kompleksitas yang kurang tepat, kurang konsultasi dengan <i>project's publics-(internal/external)</i>

**Tabel 2.2. Perbandingan Risiko dan Ketidak Pastian**

<b>Risiko</b>	<b>Ketidak pastian</b>
---------------	------------------------

Risiko adalah ketidak pastian yang dapat diukur. Risiko cenderung fokus pada dampak dan mitigasi yang dilakukan untuk mengurangi kerugian.	Ketidak pastian adalah risiko yang tidak dapat diukur. Ketidak pastian meliputi dampak dan mitigasi untuk meminimalkan kerugian atau meningkatkan kesempatan peluang.
---	--

**Tabel 2.3. Alokasi Risiko**

<i><b>Risk Allocated to</b></i>	<i><b>Risk Factors</b></i>
<i>The contractor</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Labour and equipment productivity</i></li> <li>▪ <i>Quality of work</i></li> <li>▪ <i>Labour, equipment and material availability</i></li> <li>▪ <i>Safety</i></li> <li>▪ <i>Defective material</i></li> <li>▪ <i>Contractor competence</i></li> <li>▪ <i>Inflation</i></li> <li>▪ <i>Actual quantities of work</i></li> <li>▪ <i>Labour disputes</i></li> </ul>
<i>The owner</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Differing site conditions</i></li> <li>▪ <i>Defective design</i></li> <li>▪ <i>Site access</i></li> <li>▪ <i>Permits and ordinances</i></li> <li>▪ <i>Changes in government regulations</i></li> <li>▪ <i>Delayed payment on contract</i></li> <li>▪ <i>Changes in work</i></li> </ul>
<i>Shared</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Financial failure of any party</i></li> <li>▪ <i>Change order negotiations</i></li> <li>▪ <i>Indemnification and hold harmless</i></li> <li>▪ <i>Contract-delay resolution</i></li> <li>▪ <i>Acts of God</i></li> <li>▪ <i>Third party delays</i></li> </ul>

**Tabel 2.4. Alokasi Risiko**

<i><b>Risk Allocated to</b></i>	<i><b>Risk Factors</b></i>
<i>The contractor</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Labour, equipment and material availability</i></li> <li>▪ <i>Labour disputes</i></li> <li>▪ <i>Productivity of labour and equipment</i></li> <li>▪ <i>Coordination with subcontractors</i></li> <li>▪ <i>Accident / Safety, Quality of work</i></li> <li>▪ <i>Accuracy of project programme</i></li> <li>▪ <i>Contractor competence, Defective material</i></li> <li>▪ <i>Differing site conditions, Actual quantities of work</i></li> <li>▪ <i>Adverse weather conditions</i></li> <li>▪ <i>Inflation</i></li> </ul>
<i>The owner</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Delayed payment on contract</i></li> <li>▪ <i>Permits and regulations</i></li> <li>▪ <i>Changes in work</i></li> </ul>

<i>Risk Allocated to</i>	<i>Risk Factors</i>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Scope of work definition</i></li> </ul>
<i>Shared</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Change order negotiations</i></li> <li>▪ <i>Acts of God</i></li> <li>▪ <i>War threats</i></li> <li>▪ <i>Financial failure of any party</i></li> <li>▪ <i>Site access</i></li> <li>▪ <i>Defective design</i></li> <li>▪ <i>Government acts</i></li> <li>▪ <i>Third party delays</i></li> <li>▪ <i>Delayed disputes resolution.</i></li> </ul>

**Tabel 2.5. The Six Classification Risk**

<i>No</i>	<i>Risk category</i>	<i>Typical risks</i>
<i>1</i>	<i>Act of God</i>	<i>Flood, earthquake, storm, landslide, and fire</i>
<i>2</i>	<i>Physical</i>	<i>Damage to structure, damage to equipment or material, and labour injuries</i>
<i>3</i>	<i>Financial and economic</i>	<i>Inflation, exchange rate fluctuation, and financial default</i>
<i>4</i>	<i>Political and environmental</i>	<i>Changes in laws and regulations, war and civil disorder, pollution and safety rules, expropriation, and embargoes</i>
<i>5</i>	<i>Design</i>	<i>Incomplete design scope, error and omissions, defective design, and inadequate specification.</i>
<i>6</i>	<i>Construction-related</i>	<i>Labour disputes and strikes, labour productivity, defective work, design changes, and different site conditions</i>

## **2.9 Identifikasi Risiko (*Risk Identification*)**

Identifikasi risiko adalah tahap pertama dari proses manajemen risiko. Identifikasi risiko bertujuan untuk mengidentifikasi jenis penyebab risiko dan ketidakpastian yang penting dan mungkin memiliki dampak signifikan terhadap tujuan proyek (ICE dan FIA, 1998), kemudian apakah dapat dikendalikan atau didokumentasikan sebagai salah satu karakteristik yang harus dimitigasi. Fase Identifikasi ini penting karena jika risiko tidak diidentifikasi, mungkin tidak bisa dianalisis dan dikelola dalam langkah selanjutnya, sejumlah metode tersedia untuk mengidentifikasi risiko dapat ditemukan dalam literatur manajemen risiko,

namun, pendekatan yang umum digunakan untuk melakukan identifikasi risiko meliputi:

- a. *Brainstorming*
- b. *Delphi technique*
- c. *Interviewing*
- d. *Checklist*
- e. *Diagramming techniques*

## 2.10 Penilaian Risiko (*Risk Assessment*)

Pada langkah kedua, risiko yang teridentifikasi dinilai dari segi probabilitas dan dampaknya menggunakan pendekatan kualitatif (PMI, 2000). Kualitas dari informasi yang tersedia melalui teknik identifikasi risiko akan membantu keandalan penilaian ini, karena itu kegagalan mengenali faktor-faktor risiko yang signifikan dapat menyebabkan penilaian menjadi sangat menyesatkan (Ward,1999). Alat untuk penilaian risiko adalah sebagai berikut:

- a. Pendekatan umum untuk menentukan tingkat risiko menggunakan matriks risiko probabilitas-dampak (PMI, 2000).
- b. Probabilitas dan dampak risiko yang dinilai dan diplot pada grid dua dimensi.
- c. Posisi pada matriks merupakan tingkat risiko di kisaran rendah hingga sangat tinggi.
- d. Semakin tinggi tingkat risiko, dalam hal probabilitas tinggi dan dampak tinggi, kemungkinan akan dipertimbangkan dalam langkah berikutnya dari analisis risiko, dan harus dikelola dengan hati-hati.

**Tabel 2.6 . Scale of Probability and Impact (Chapman, 2001)**

<i>Cardinal Scale</i>	<i>Ordinal Scale</i>	<i>Probability</i>	<i>Impact on Cost</i>	<i>Impact on Time</i>
0.9	Very High	> 70%	> £ 20m	> 15 weeks
0.7	High	51% - 70%	£ 5m - £ 20m	10 weeks - 15 weeks
0.5	Medium	31% - 50%	£ 0.5m - £ 5m	5 weeks - 10 weeks
0.3	Low	10% - 30%	£ 0.1m - £ 0.5m	1 weeks - 5 weeks
0.1	Very Low	< 10%	< £ 0.1m	< 1 weeks

### **Faktor Risiko (*Risk Factors*)**

Semua risiko proyek dipengaruhi oleh tiga faktor risiko berikut:

1. *Risk Event* : Tepatnya situasi terjadinya hambatan proyek
2. *Risk Probability* : Seberapa besar kemungkinan terjadinya situasi tersebut
3. *Risk Impact* : Seberapa besar konsekuensi tingkat keparahannya

$$\mathbf{Risk\ Event = Risk\ Probability \times Risk\ Impact}$$

#### **2.10.1 Risk Acceptance Criteria Menurut DNV-RP-H101**

*Det Norske Veritas (DNV)* dipilih sebagai acuan untuk konsekuensi risiko karena DNV merupakan *Foundation* yang otonom dan independen dengan tujuan menjaga kehidupan, properti dan lingkungan, di laut dan darat. DNV melakukan klasifikasi, sertifikasi, verifikasi, konsultasi dan melakukan penelitian yang berkaitan dengan kualitas kapal, unit dan instalasi lepas pantai.

DNV Offshore Codes terdiri dari tiga tingkat hirarki dokumen :

- a. *Offshore Service Specifications*, memberikan prinsip-prinsip dan prosedur klasifikasi DNV, sertifikasi, verifikasi dan jasa konsultasi.
- b. *Offshore Standards*, memberikan ketentuan teknis dan kriteria penerimaan untuk penggunaan umum oleh industri lepas pantai serta sebagai dasar teknis untuk DNV offshore services.
- c. *Recommended Practices*, menyediakan *proven technology and sound engineering practice* serta bimbingan untuk *higher level Offshore Service Specifications and Offshore Standards*.

DNV Offshore Codes yang ditawarkan dalam bidang berikut:

- a. *Qualification, Quality and Safety Methodology*
- b. *Materials Technology*
- c. *Structures*
- d. *Systems*
- e. *Special Facilities*
- f. *Pipelines and Risers*
- g. *Asset Operation*
- h. *Marine Operations*

Berdasarkan *Recommended Practice Det Norske Veritas (DNV) No. DNV-RP-H101, Risk Management in Marine and Subsea Operation, 2003*, maka *Risk Acceptance Criteria* dapat disampaikan sebagai berikut:

Descriptive	Consequence				Probability (increasing probability →)			
	Personnel	Environment	Assets	Reputation	Remote (A) Has occurred - not likely	Unlikely (B) Could occur	Likely (C) Easy to postulate	Frequent (D) Occur regularly
1. Extensive	Fatalities	Global or national effect. Restoration time > 10 yr.	Project/Prod consequence costs > USD 10 mill	International impact/neg. exposure.	A1 = S	B1 = S	C1 = U	D1 = U
2. Severe	Major injury	Restoration time > 1 yr. Restoration cost > USD 1 mill.	Project/Prod consequence costs > USD 1 mill	Extensive National impact	A2 = A	B2 = S	C2 = S	D2 = U
3. Moderate	Minor Injury	Restoration time > 1 md. Restoration cost > USD 1 K	Project/Prod consequence costs > USD 100 K	Limited National impact	A3 = A	B3 = A	C3 = S	D3 = S
4. Minor	Illness or slight injury	Restoration time < 1 md. Restoration cost < USD 1 K.	Project/Prod consequence costs < USD 1 K	Local impact	A4 = A	B4 = A	C4 = A	D4 = S
<p><b>High Risk</b> If the undesired event after mitigating measures is evaluated to have <i>unacceptable risk (U)</i> the operation shall not be carried out. If the operation is still to be carried out, formal application for deviation shall be filed according to established procedures.</p> <p><b>Medium Risk</b> Operation can be executed after cost efficient measures are implemented and the analyses team has found the risk satisfactory (S).</p> <p><b>Low Risk</b> Acceptable risk (A) subject to application of the principle of ALARP and those activities as specified in this RP.</p>								

**Gambar 2.4. Risk Acceptance Criteria (DNV)**

## 2.11 Analisa Risiko (Risk Analysis)

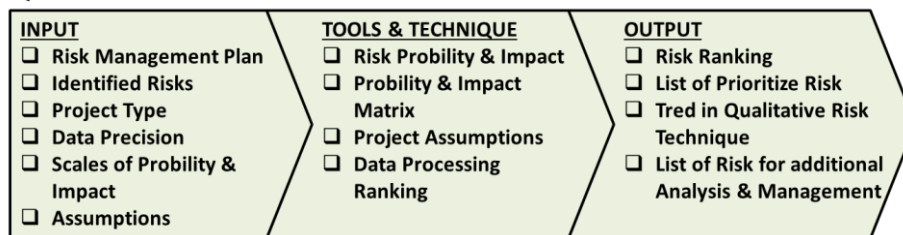
Pada tahap analisis risiko, probabilitas dan dampak dari setiap tingkat risiko pada proyek disintesis, menggunakan analisa kuantitatif untuk mendapatkan risiko proyek secara keseluruhan (PMI, 2000). Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengidentifikasi risiko yang memiliki konsekuensi jelas dan signifikan terhadap kinerja proyek jika terjadi (ICE dan FIA, 1998). Flanagan dan Norman (1993) juga mengatakan bahwa dalam tahap ini, berbagai hasil dari setiap keputusan yang dibuat harus dianalisis. Dengan demikian, analisis risiko memberikan wawasan tentang apa jika risiko benar-benar terjadi dan jika rencana tidak mencapai tujuan yang diharapkan.



### 2.11.1 Analisis – Kualitatif

Analisis ini menggunakan bentuk kata atau skala deskriptif untuk menggambarkan besarnya potensi konsekuensi dan kemungkinan konsekuensi yang akan terjadi. Analisis kualitatif digunakan bilamana data numerik yang tidak memadai, kegiatan ini sebagai suatu kegiatan pemeriksaan awal untuk mengidentifikasi risiko yang memerlukan analisis yang lebih rinci.

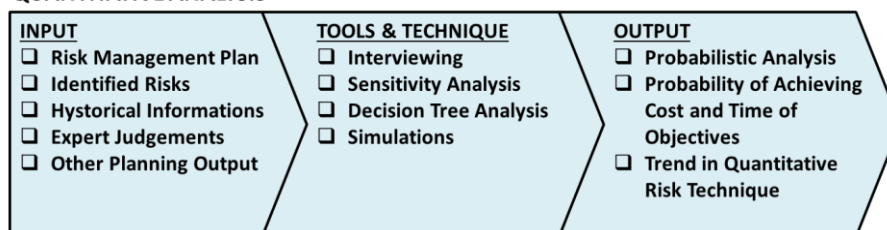
#### QUALITATIVE ANALYSIS



### 2.11.2 Analisis – Kuantitatif

Analisis ini menggunakan nilai numerik (bukan skala deskriptif yang digunakan dalam kualitatif) Konsekuensi dapat diperkirakan dengan pemodelan dari data hasil eksperimen atau masa lalu, kemungkinan biasanya dinyatakan baik sebagai probabilitas, frekuensi atau kombinasi dari paparan dan probabilitas.

#### QUANTITATIVE ANALYSIS



### 2.11.3 Analyzing Project Risk Index

$$RI = \sum W_i \times P_i \times I_i \text{ (New Approach)}$$

*RI = Project risk index of time / cost*

*W = weight of the importance of each risk on time / cost (using pair wise comparisons)*

*P = probability that risk would occur*

*I* = impact on time / cost, if the risk did occur

*i* = risk factors (1....*n*)

Beberapa teknik untuk melakukan analisis risiko:

1. Analisa sensitivitas (*sensitivity analysis*)
2. Pohon keputusan (*decision trees*)
3. Simulasi (*simulation*)

## **2.12 Penelitian Terdahulu**

Dalam penelitian sebelumnya, Dr. Ersan Basar dalam penelitiannya *Oil Spill Simulation in the aftermath of Tanker Accident at the Tanker routes in the Marmara Sea* dengan pendekatan *analisa perkiraan luas daerah dari tumpahan minyak berdasarkan kondisi cuaca*. Simulasi terhadap tumpahan minyak pasca kecelakaan tanker di Selat Istanbul, dilakukan dengan menggunakan software GNOME™ yang dikembangkan oleh NOAA. Perangkat lunak ini menggunakan angin, pasang surut, dan variabel-variabel lainnya untuk menghitung pergerakan tumpahan minyak di permukaan laut. Perangkat lunak ini dapat membantu kita untuk mensimulasikan risiko tumpahan minyak dengan input data dari: spesifikasi minyak, kecepatan & arah angin (International Oil Spill Conference, 2008).

Acelya Ecem Yildiz, Irem Dikmen, M. Talat Birgonul, Kerem Ercoskun, Selcuk Alten dalam penelitiannya *A knowledge-based riskmapping tool for cost estimation of international construction projects* menggunakan metode *Risk Identification, Risk Assessment, Risk Evaluation, Risk Mitigation, Risk Monitoring*. Data yang digunakan untuk membangun alat ini didasarkan pada data yang dikumpulkan dari kontraktor-kontraktor di Turki (166 proyek-proyek internasional) dan koefisien yang digunakan untuk prediksi *overrun* biaya yang dialami para kontraktor di Turki. Metoda ini memaparkan penelitian terhadap jalur risiko dan penilaian risiko yang berbasis pengetahuan, penelitian ini bertujuan untuk mengusulkan alat penilaian risiko proyek konstruksi berskala internasional yang menghubungkan variabel penyebab risiko, dampak dari risiko dan berdasarkan pelajaran dari proyek-proyek sebelumnya.

### 2.13 Posisi Penelitian

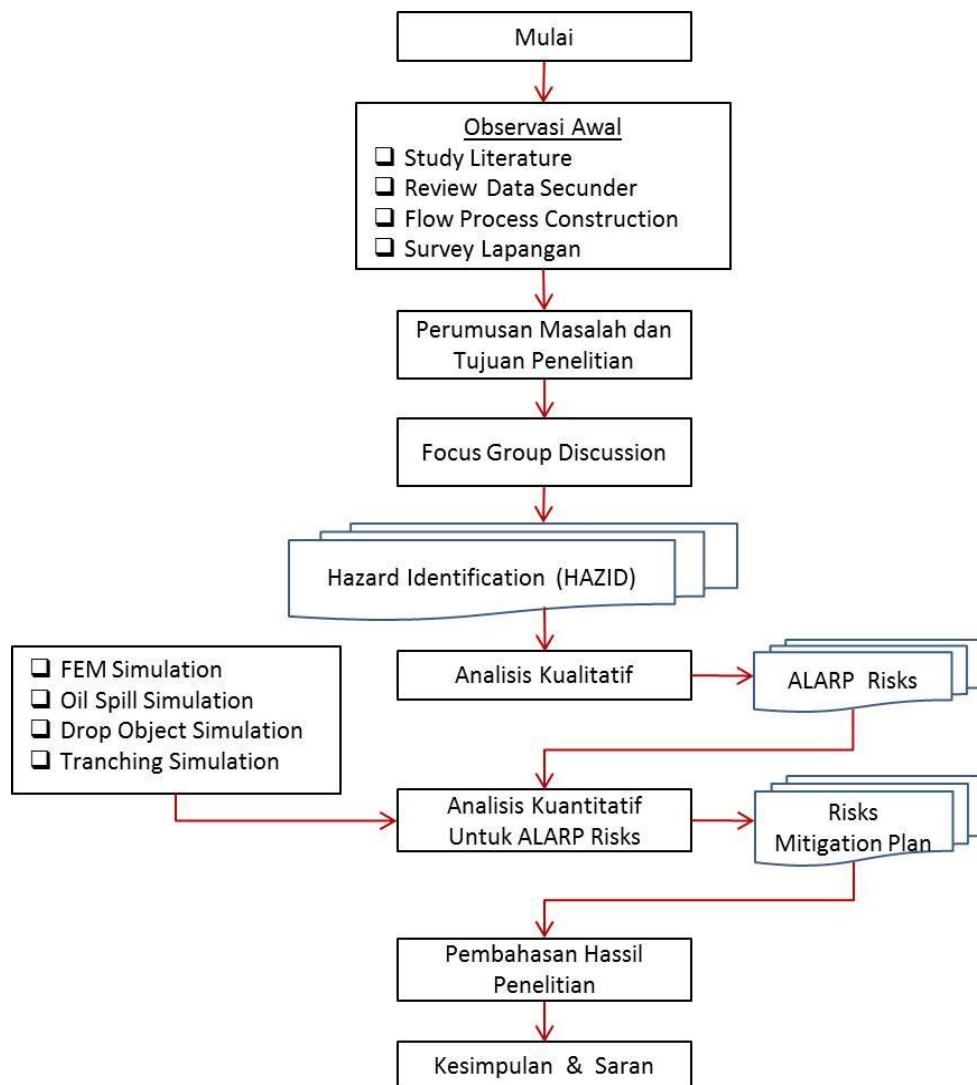
Penelitian ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi risiko-risiko yang timbul dari pembangunan Proyek Terminal dan Tangki Timbun Minyak Mentah ditinjau dari aspek *health*, *safety*, dan *environment*, menggunakan metoda Analisis Kualitatif dengan melibatkan pekerja yang sehari-hari terlibat langsung dalam fokus group untuk menentukan kualitas risiko, dan metoda Analisis Kuantitatif untuk mengukur besarnya tingkat risiko, dengan memanfaatkan data sekunder yang dilakukan oleh pihak lain, kemudian merekomendasikan program mitigasi sebagai upaya antisipasi terhadap risiko-risiko tersebut.

Posisi penelitian ini adalah melengkapi apa yang telah dilakukan peneliti terdahulu, dimana penelitian terdahulu fokus hanya pada Fase Operasional terhadap risiko Ceceran minyak, sedangkan dalam penelitian ini lingkup yang dikaji meliputi Fase Konstruksi sampai Fase Operasionalnya. Sehingga diharapkan nantinya secara keseluruhan proses konstruksi sampai dengan beroperasinya Proyek Terminal dan Tangki Timbun Minyak Mentah tersebut dapat berjalan dengan aman, tidak terjadi kecelakaan kerja, tidak membahayakan operator dan penduduk sekitar, serta tidak merusak *asset/property*.

### BAB 3

## METODA PENELITIAN

Metodologi yang dipakai dalam Proses Penelitian Penilaian Risiko Proyek secara keseluruhan mengacu pada ISO-31000, penilaian terhadap kemungkinan timbulnya risiko pada proyek ini dibicarakan dalam *Focus Group Discussion (FGD)* dengan melibatkan beberapa orang yang ahli, dari lingkungan Operasi, Engineering, Teknik dan HSE, secara keseluruhan Flow Proses Metodologi Penelitian adalah sebagai berikut:



**Gambar 3.1. Flow Process Metodologi Penelitian**

### 3.1 Observasi Awal

Langkah pertama yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah melakukan observasi awal pada obyek penelitian, meliputi:

- a. Melakukan *Study Literature* (*Risk Assessment Technique, Risk Matriks, ISO-31000, API Standard, ASME Standard* dll.)
- b. Melakukan review Data Sekunder (BED document, Metocean data, Data Geoteknik, Data Geofisik, *Failure data history* untuk *onshore* dan *offshore*).
- c. Mempelajari Flow Proses konstruksi meliputi *Tank farm, Onshore Pipelines, Offshore Pipelines* dan pemasangan SPM 3200 DWT.
- d. Melakukan Survey Lapangan (Situasi jalur pipa, *river crossings, road crossings, environment* dll)

### 3.2 Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian

Berdasarkan observasi awal dengan mempertimbangkan flow proses konstruksi yang akan dilakukan, data geofisik, data geoteknik, data metoceans, serta *failure data history* pekerjaan *tank farm, onshore pipeline, offshore pipeline* dan pemasangan SPM, maka diperoleh potensi risiko yang kemungkinan akan terjadi pada pelaksanaan proyek tersebut.

Potensi risiko inilah yang kemudian dalam penelitian ini dirangkum menjadi Rumusan Permasalahan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengantisipasi munculnya potensi risiko tersebut, dengan melakukan identifikasi risiko (*Hazard Identification /HAZID*), melakukan Analisis Kualitatif, Analisis Kuantitatif, dan Evaluasi hasil penelitian, kemudian merekomendasikan program mitigasi sebagai antisipasi untuk meminimalkan atau bahkan mencegah terjadinya risiko-risiko tersebut.

### 3.3 Focus Group Discussion (FGD)

Objektif pembentukan kelompok *Focus Group Discussion (FGD)* ini adalah untuk menggali dan menguji apa yang anggota group pikirkan, bagaimana anggota berpikir, dan mengapa mereka berpikir tentang hal yang berkaitan dengan Risiko Pembangunan Terminal dan Tangki Minyak Mentah tersebut, tanpa memaksa mereka untuk memutuskan atau mencapai konsensus. Sehingga proses

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam *Focus Group Discussion(FGD)* ini adalah sebagai berikut :

- | HAZID STUDY - RECORD SHEET     |            |                                      |              | PROJECT : .....          |   |   |                 |  |
|--------------------------------|------------|--------------------------------------|--------------|--------------------------|---|---|-----------------|--|
|                                |            |                                      |              | SYSTEM : .....           |   |   |                 |  |
| Drawings (PFD, P&ID, Layout) : |            |                                      |              | Equipment :              |   |   | Design Intent : |  |
|                                |            |                                      |              | .....                    |   |   |                 |  |
| No                             | GUIDEWORDS | ISSUES ( <i>Sources and Causes</i> ) | CONSEQUENCES | RISK SCORE               |   |   |                 |  |
|                                |            |                                      |              | S                        | L | R |                 |  |
|                                |            |                                      |              | NOTES and RECOMMENDATION |   |   |                 |  |
| GENERAL - .....                |            |                                      |              |                          |   |   |                 |  |
|                                |            |                                      |              |                          |   |   | P               |  |
|                                |            |                                      |              |                          |   |   | E               |  |
|                                |            |                                      |              |                          |   |   | A               |  |
|                                |            |                                      |              |                          |   |   | R               |  |
|                                |            |                                      |              |                          |   |   | Σ               |  |
|                                |            |                                      |              |                          |   |   |                 |  |
|                                |            |                                      |              |                          |   |   |                 |  |

39

### **3.4 Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification/HAZID*)**

*Hazard Identification* adalah proses identifikasi kemungkinan terjadinya bahaya (*Hazard*) pada proses konstruksi sampai operasional proyek Terminal dan Tangki minyak mentah tersebut dari aspek keselamatan kerja dan keselamatan lingkungan, berdasarkan hasil studi literatur dan *Focus Group discussion (FGD)* menyesuaikan kondisi aktual di lapangan, maka ditentukan *Guide Works* untuk melaksanakan Identifikasi tersebut meliputi sebagai berikut :

#### **3.4.1 *Natural Hazard***

- a. *Extreme Wheather: Temperature, Wind, Wave, dust, Clouding, storm, Tsunami.*
- b. *Lightning.*
- c. *Seismic Activity.*
- d. *Erossion: Ground slide, Coastal, Riverine.*
- e. *Subsidence: Ground structure, Foundation, Land depletion, Water depth.*

#### **3.4.2 *Environmental Impact***

- a. *Discharge to Air: Flaring, Venting, Fugitive emission, Energy effisiency*
- b. *Discharge to water: drainage, water quality, waste disposal option.*
- c. *Discharge to Soil: drainage, Chemical/Oil spillage, waste disposal option.*
- d. *Location & layout: previous land use, vulnarable fauna & flora, Visual impact, local population, area minimization, separation, escape.*

#### **3.4.3 *External/Third Party***

- a. *Sabotase: internal & External, security threats.*
- b. *Terorist activity: riots, civil disturbance, strikes, military action, political unrest.*
- c. *Third Party activities: farming, Fishing, Local industry.*
- d. *Transportation Hazards: collisions, striking, foundering*

#### **3.4.4 *Hazards Process***

- a. *Unignited Process Release: gas cloud, gas detection, emergency response.*
- b. *Ignited Process Release: fire, explotion, heat, smoke, fire detection, emergency response.*
- c. *Toxic Process Release: H2S, and other toxic materials, emergency response.*

- d. *Flaring: Heat, ignition sources, location.*
- e. *Draining, Sampling: Operator error.*
- f. *Human error.*

#### **3.4.5 Non Hazards Process**

- a. *Non Process Fire: Control Room, Accomodation.*
- b. *Smoke Ingress: Ingress to safe area, HVAC Shutdown.*
- c. *Gas Ingress: Ingress to safe area, HVAC Shutdown.*
- d. *Stacking & Storage, Energy: electricity, electric static, pressure, heat.*
- e. *Security threats.*

#### **3.4.6 Health Hazards**

- a. *Deseases Hazards: endemic deseases, infection, contaminated water, social deseases.*
- b. *Noise, dust, irritation, odor.*

#### **3.4.7 Working Environment**

- a. *Physical: drinking water, lighting, noise.*
- b. *Temperature: Exterme hot/cold, ventilation, guarding.*
- c. *Atmospheres: exhaust fumes, convince spaces.*
- d. *Operations failure: human error during operations and/or maintenance.*

### **3.5 Analisis Kualitatif**

Dalam melaksanakan Analisis Kualitatif , maka setiap orang yang akan melakukan Analisis Kualitatif perlu terlebih dahulu memahami hal-hal sebagai berikut:

- a. Memahami konteks; yaitu bagaimana faktor-faktor ekonomi, politik, sosial, budaya dan kepentingan organisasi mempengaruhi risiko-risiko yang akan terjadi.
- b. Memahami perilaku orang; yaitu bagaimana risiko akibat prilaku orang-orang dengan segala pengalamannya yang akan berinteraksi dengan proyek tersebut.
- c. Memahami interaksi; yaitu bagaimana risiko dari berbagai macam karakteristik orang dengan berbagai macam disiplin keahlian berinteraksi satu sama lainnya.



### 3.3.1. Penyusunan Kriteria Analisis Kualitatif

Penyusunan kriteria penilaian risiko dilakukan dengan *Focus Group Discussion (FGD)*, parameter konsekuensi mengadopsi *recommended practice* DNV-RP-H101 yaitu *People-Environment-Asset-Reputation (P-E-A-R)*.

Pembobotan terhadap konsekuensinya adalah dengan mempertimbangkan; Visi Misi Organisasi, UU No.1 Tahun 1970, Tentang Keselamatan Kerja, UU No.32 Tahun 2009, Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, maka pembobotan terhadap konsekuensinya sebagai berikut:

- a. *People* : 40%
- b. *Environment* : 30%
- c. *Asset* : 20%
- d. *Reputation* : 10%

Kehebatan bahaya (*Hazard Severity*) secara teori umum hanya ada 3 zona yaitu; *Low*, *Medium/Significant* dan *High*; namun agar *severity* dapat lebih mewakili segala kemungkinan, maka zona *severity* dapat lebih diperinci menjadi 5 atau lebih, tergantung kebutuhan dalam penilaian risiko tersebut. Dalam penelitian ini zona *severity* dibagi berdasarkan kecukupan *safeguard* untuk mereduksi bahaya (*Hazard*) yang akan terjadi. Dimana Zona dibagi menjadi 5(lima) bagian masing-masing; 1. *Very Low*, 2. *Low*, 3. *Significant*, 4. *High*, dan 5. *Very high*.

Kemungkinan kejadian (*probability/likelihood*) secara teori umum hanya ada 3 zona yaitu; tidak pernah terjadi, pernah terjadi dan selalu terjadi. Dalam penelitian ini zona *probability/likelihood* dibagi berdasarkan data kejadian kecelakaan kerja dan gangguan lingkungan di industri migas dan *Refinery Unit* milik Pertamina. Dimana Zona dibagi menjadi 5(lima) bagian masing-masing; 1. *Tidak pernah terdengar terjadi*, 2. *Pernah terdengar terjadi*, 3. *Pernah terjadi di Kilang Pertamina*, 4. *Terjadi > 1kali di Kilang Pertamina*, 5. *Terjadi beberapa kali di Kilang Pertamina*.

### 3.3.2. Penilaian Risiko Secara Kualitatif

Nilai Risiko secara kualitatif, dihitung berdasarkan besarnya *Severity Hazard*, *Consequence* yang terjadi yang mempengaruhi (*People/personil/P*,

Environment/E, Asset/A, Reputation/R), dan *probability/likelihood* terjadinya *Hazard* tersebut. Nilai Risiko diperoleh dari perkalian antara *Severity*, *Likelihood* dan Bobot Konsekuensi, yang dapat dilihat pada **Gambar 3.3**.

CONSEQUENCE					LIKELIHOOD				
SEVERITY	PEOPLE	ENVIRONMENT	ASSET	REPUTATION	1	2	3	4	5
					Tidak pernah terdengar terjadi di Industri Migas	Pernah terdengar terjadi di Industri Migas	Pernah terjadi di RU's, atau terjadi $\geq 1$ kali/tahun di Industri Migas	Pernah terjadi di RU's, atau terjadi $\geq 1$ kali/tahun di KalTim	Terjadi beberapa kali di Tank Farm sekitar KalTim
1	First aid treatment, tidak berakibat hilang hari kerja	Ada dampak lingkungan kecil dan dapat diabaikan	Operasi tidak terganggu, perbaikan $\leq 1000$ USD	Dampak ada, tidak menjadi perhatian Stakeholder	1	2	3	4	5
2	Satu orang cedera, tidak mampu bekerja sampai 7 hari kerja	Dampak lingkungan setempat dan tidak permanen	Operasi terganggu, perbaikan 1000 USD - 10.000 USD	Dampak menjadi sedikit perhatian Stakeholder dan media masa	2	4	6	8	10
3	Satu orang cedera, tidak mampu bekerja sampai > 7 hari kerja	Dampak menjadi perhatian berbagai pihak, Stakeholder dan media setempat	Operasi terganggu, perbaikan 10.000 USD - 100.000 USD	Dampak menjadi perhatian luas Stakeholder dan media masa setempat	3	6	9	12	15
4	Satu orang meninggal/ cacat permanen tidak mampu bekerja	Dampak lingkungan luas dan parah, namun tidak permanen	Operasi terganggu, perbaikan 100.000 USD - 1MM USD	Dampak berpengaruh secara nasional, perijinan dan demo	4	8	12	16	20
5	Lebih dari orang meninggal/ cacat permanen tidak mampu bekerja	Dampak lingkungan luas dan parah, tidak bisa direhabilitasi	Operasi berhenti, perbaikan > 1MM USD	Dampak berpengaruh Internasional dan kebijakan negara	5	10	15	20	25

$$\text{Nilai Risiko} = \text{Severity} \times \text{Likelihood} \times \text{Bobot Consequence}$$

**Gambar 3.3. Nilai Risiko Secara Kualitatif**

### 3.3.3. Hazid Study-Record Sheet

Berdasar hasil diskusi dalam FGD, seluruh potensi bahaya ditulis dalam *Hazid Study-Record Sheet*, kemudian terhadap setiap *hazard* yang teridentifikasi dilakukan penilaian secara kualitatif sesuai kriteria penilaian yang disepakati seperti pada **Gambar 3.4** yaitu:

- Nilai risiko < 5, Aman (hijau) tidak perlu tindak lanjut
- Nilai risiko  $\geq 5$ , ALARP/As Low As Reasonably Practicable (Kuning), perlu dilakukan Analisis Kuantitatif guna menghitung dampaknya terhadap Individu ataupun lingkungan sosialnya, serta program mitigasinya.
- Nilai risiko > 12, *Un-Acceptable* dan harus didesign ulang (merah)

HAZID STUDY - RECORD SHEET				PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur				
Drawings ( PFD, P&ID, Layout ) :				Equipment : Offshore Pipelines			Design Intent :	
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE			NOTES and RECOMMENDATION	
				S	L	R		
GENERAL - Offshore pipeline								
1	Locations: layout dan orientasi	Ketika mengeruk seabed dekat pipa existing yang sedang beroperasi untuk membenamkan pipa yang akan digelar , tiba-tiba pipa existing longsor , dan bocor karena membentur pipa yang baru	Terjadi tumpahan minyak ke laut sehingga mengganggu operasi , Lingkungan serta berpengaruh pada kerugian , bisnis .	2	3	6	P	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Membuat Prosedur Trenching pada tahapan konstruksi. b. Mengatur kecepatan pengerukan c. Membuat prosedur kerja aman untuk bekerja di bawah laut d. Membuat Pre-Incident Planning tumpahnya minyak e. Membuat Prosedur Tanggap Daruratnya berdasarkan hasil simulasi sebaran tumpahan minyak di laut.
				2	4	8	E	
				3	4	12	A	
				4	4	16	R	
						8.8	?	
				0.4*6 + 0.3*8 + 0.2*12 + 0.1*16 = 8.8				
15	Physical: Korosi	Offshore Pipelines mengalami korosi sehingga minyak tumpah kelaut	Operasi terganggu , bisnis terganggu , minyak mencemari laut , potensi merusak reputasi	2	2	4	P	Rekomendasi pencegahan : a. Melakukan pemeriksaan kualitas crude b. Melakukan program PM/PdM rutin c. Mengembangkan Emergency Respon Plan
				2	2	4	E	
				2	3	6	A	
				2	2	4	R	
						4.4	?	
				0.4*4 + 0.3*4 + 0.2*6 + 0.1*4 = 4.4				

**Gambar 3.4. Hazid Study-Record Sheet**

### 3.6 ALARP Risks List

Seluruh hasil Analisis Kualitatif terhadap *Hazid Study-Record Sheet* yang memiliki nilai risiko  $\geq 5$  dan  $< 12$  dikelompokkan dalam *ALARP Risk List*, untuk selanjutnya diproses dalam Analisis Kuantitatif, guna menghitung dampaknya terhadap Individu ataupun lingkungan sosialnya, serta program mitigasinya.

### 3.7 Analisis Kuantitatif

Data yang didapatkan dari Analisis Kualitatif berupa data *Hazid Study-Record Sheet* memiliki Nilai Risiko Total  $\geq 5$  dan  $< 12$  dikelompokkan dalam *ALARP Risk List*. Analisis kuantitatif guna menghitung dampaknya terhadap Individu ataupun lingkungan sosialnya.

Beberapa pertimbangan dan perhitungan teknis dipakai dalam melakukan Analisis Kuantitatif ini antara lain:

- Pertimbangan Regulasi Pemerintah (Kepmentamben 300.K/38/M.PE/1997)
- UU No. 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja
- UU No. 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Desain mekanikal perpipaan (*Hydraulic Analysis, Route onshore & Offshore, On bottom stability, Thermal expansions, Bucklings, Pipeline crossing analysis etc*)

- e. Simulasi *Drop Object/Anchor dropped/dragged, Trenching Works*, menggunakan DNV RP F-107, *Risk Assesment of pipeline protection*.
- f. Simulasi Tumpahan minyak lepas pantai, menggunakan GNOME software, sehingga terdeteksi bila terjadi tumpahan sejumlah minyak dengan kondisi Metocean tertentu, dalam waktu tertentu, dapat dihitung seberapa luas (area km<sup>2</sup>) yang akan terkena pencemaran minyak.
- g. Simulasi *Fire Explosion Modeling (FEM)* menggunakan ALOHA software, sehingga terdeteksi bila terjadi ledakan seberapa jauh paparan radiasi panas yang akan terjadi.
- h. Dengan menggunakan *Standard Clean Up Cost* penelitian ini dapat dikembangkan menjadi standard biaya yang diperlukan untuk membersihkan pencemaran sebagai fungsi waktu kelambatan penanganan pencemaran di Selat Balikpapan.

### 3.8 Rencana Mitigasi Risiko (*Risks Mitigation Plan*)

Berdasarkan hasil Analisis Kuantitatif, didapat secara detail mitigasi apa saja yang harus sebagai antisipasi terhadap timbulnya risiko tersebut dimasukkan kedalam *Risk Mitigation Plan-Sheet*. *Sheet* ini secara detail akan menjelaskan jenis risiko, tingkat risiko, kemudian *safe guard* apa saja yang harus disiapkan baik dari aspek peralatan, pekerja, metoda kerja, dan *management system*, serta bagaimana cara melakukan mitigasi terhadap risiko tersebut dengan keterangan secara lengkap, seperti pada **Gambar 3.5**.

No	Hazard (Bahaya)	Safe Guard Required	Mitigasi Risiko
1			
2			

**Gambar 3.5. Risk Mitigation Plan Form**

### **3.9 Pengambilan Kesimpulan dan Saran**

Tahap terakhir yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menarik kesimpulan akhir terhadap hasil penelitian ini, kemudian memberikan saran-saran untuk perbaikan penelitian selanjutnya.

## BAB 4

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Yang Dipakai Dalam Penelitian

Kualitas dari informasi yang tersedia pada suatu penelitian akan membantu keandalan penelitian, dalam penelitian ini informasi yang digunakan bersumber dari Data Primer berupa hasil Peninjauan Lapangan , dan Data Sekunder yaitu data yang telah disediakan oleh pihak lain yang berkompeten seperti; *Basic Engineering Design, Flow process construction, Metocean Data (Wind, Wave, Current, & Tide) ,Geotechnic Data (Soil Properties), Geophysic Data (Bathymetric, Sub bottom profile, Site scan sonar/sea bed feature, Topography/peta onshore, & Anomali magnetic/metal objects, debries etc. )*.

##### 4.1.1 Gambaran Konstruksi Proyek

Konstruksi Proyek Terminal dan Tangki Minyak Mentah di Kalimantan Timur ini meliputi; *Tank Farm & Facilities, Onshore Pipelines, Offshore Pipelines* dan *SPM 3200 DWT*.



**Gambar 4.1. Proyek Terminal & Tangki Minyak Mentah Kaltim**

#### 4.1.2 Data Peninjauan Lapangan

Berdasarkan kondisi lapangan ini, jalur pipeline yang akan dibangun sepanjang 21 km, terdiri atas 7 km pipeline onshore dan 14 km pipeline offshore. Rencana pembuatan pipeline berada pada kawasan yang telah memiliki existing pipeline milik PT Pertamina dan PT Chevron . Sepanjang jalur pipeline onshore yang akan dibangun, terdapat 14 crossing yang meliputi ; 4(empat) Road Crossing , 5(lima) River Crossing , 5(lima) Pipeline Crossing.



Road Crossing



ROW Pipelines



River Crossing 1



River Crossing 2



Tanda Bahaya Sekitar ROW



Daerah Landfall

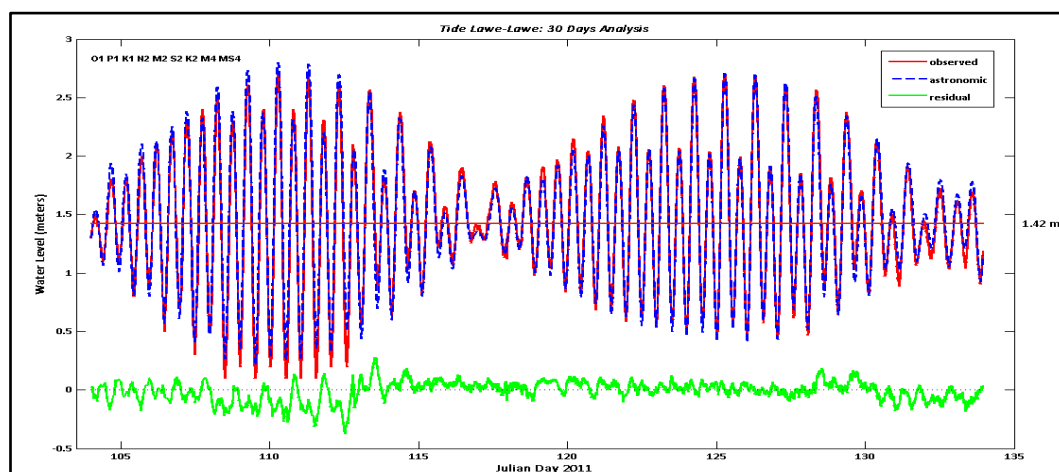
**Gambar 4.2. Peninjauan Lapangan**



### 4.1.3 Data *Metocean* Statistik Arah dan Kecepatan Angin 1991-2010

Directions / Wind Classes (Knots)	Number of Occurrence							Percentage						
	1 - 3	3 - 6	6 - 10	10 - 16	16 - 33	>= 33	Total	1 - 3	3 - 6	6 - 10	10 - 16	16 - 33	>= 33	Total
N	143	681	523	11	0	0	1358	1.97	9.36	7.19	0.15	0.00	0.00	18.66
NNE	5	24	30	1	0	0	60	0.07	0.33	0.41	0.01	0.00	0.00	0.82
NE	31	150	104	6	0	0	291	0.43	2.06	1.43	0.08	0.00	0.00	4.00
ENE	1	15	2	0	0	0	18	0.01	0.21	0.03	0.00	0.00	0.00	0.25
E	37	231	267	2	0	0	537	0.51	3.17	3.67	0.03	0.00	0.00	7.38
ESE	5	6	1	0	0	0	12	0.07	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00	0.16
SE	22	175	87	3	0	0	287	0.30	2.40	1.20	0.04	0.00	0.00	3.94
SSE	2	15	5	0	0	0	22	0.03	0.21	0.07	0.00	0.00	0.00	0.30
S	102	628	1788	133	0	0	2651	1.40	8.63	24.57	1.83	0.00	0.00	36.43
SSW	5	33	38	0	0	0	76	0.07	0.45	0.52	0.00	0.00	0.00	1.04
SW	47	163	145	0	0	0	355	0.65	2.24	1.99	0.00	0.00	0.00	4.88
WSW	14	52	16	2	0	0	84	0.19	0.71	0.22	0.03	0.00	0.00	1.15
W	112	310	179	2	0	0	603	1.54	4.26	2.46	0.03	0.00	0.00	8.29
WNW	14	19	5	0	0	0	38	0.19	0.26	0.07	0.00	0.00	0.00	0.52
NW	185	500	132	0	1	0	818	2.54	6.87	1.81	0.00	0.01	0.00	11.24
NNW	10	40	3	0	0	0	53	0.14	0.55	0.04	0.00	0.00	0.00	0.73
Sub-Total	735	3042	3325	160	1	0	7263	10.10	41.80	45.69	2.20	0.01	0.00	99.43
Calm	14							0.19						
Missing/ Incomplete	28							0.38						
Total	7305							100.00						

### 4.1.4 Data *Metocean* Pasang Surut Air Laut



### 4.1.5 Data *Metocean* Ketinggian Permukaan Air Laut Dalam 1 Tahun

Jam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Jan	0,73	0,68	0,80	1,04	1,34	1,61	1,79	1,83	1,73	1,51	1,27	1,05	0,97	0,99	1,15	1,46	1,76	2,04	2,14	2,13	1,95	1,67	1,25	0,97
Feb	0,67	0,66	0,82	1,14	1,44	1,76	1,92	1,92	1,76	1,51	1,18	0,94	0,83	0,91	1,14	1,50	1,82	2,07	2,18	2,10	1,89	1,59	1,44	0,82
Mar	0,75	0,76	0,93	1,26	1,61	1,85	1,99	1,95	1,80	1,48	1,17	0,93	0,83	0,89	1,11	1,40	1,75	1,99	2,08	2,02	1,78	1,46	1,10	0,84
Apr	0,84	0,92	1,13	1,43	1,72	1,94	2,01	1,94	1,73	1,42	1,15	0,91	0,81	0,88	1,09	1,37	1,66	1,88	1,96	1,88	1,66	1,38	1,09	0,89
Mei	0,95	1,04	1,22	1,49	1,74	1,94	2,01	1,94	1,74	1,47	1,17	0,95	0,83	0,87	1,03	1,25	1,49	1,70	1,79	1,76	1,61	1,39	1,17	1,01
Jun	1,00	1,05	1,24	1,50	1,76	1,98	2,08	2,03	1,83	1,54	1,22	0,94	0,79	0,77	0,89	1,15	1,38	1,61	1,74	1,75	1,63	1,44	1,22	1,06
Jul	0,97	1,03	1,22	1,51	1,80	2,03	2,15	2,09	1,87	1,55	1,21	0,90	0,73	0,70	0,83	1,07	1,38	1,63	1,78	1,80	1,67	1,46	1,21	1,00
Agt	0,84	0,94	1,16	1,49	1,84	2,09	2,20	2,15	1,87	1,57	1,15	0,85	0,67	0,68	0,86	1,16	1,50	1,79	1,92	1,91	1,72	1,48	1,18	0,93
Sep	0,80	0,89	1,16	1,44	1,73	2,02	2,11	2,03	1,79	1,45	1,10	0,82	0,71	0,76	0,97	1,29	1,60	2,00	2,00	1,94	1,73	1,48	1,14	0,88
Okt	0,78	0,84	1,07	1,37	1,67	1,89	1,97	1,90	1,67	1,37	1,09	0,86	0,80	0,90	1,13	1,45	1,75	1,98	2,05	1,97	1,74	1,43	1,10	0,86
Nop	0,79	0,82	0,99	1,24	1,51	1,71	1,81	1,78	1,62	1,38	1,14	0,97	0,92	1,01	1,21	1,47	1,76	1,99	2,06	1,98	1,79	1,49	1,16	0,93
Des	0,76	0,75	0,88	1,12	1,39	1,63	1,77	1,78	1,65	1,43	1,20	1,01	0,94	1,00	1,21	1,49	1,62	2,01	2,13	2,08	1,87	1,57	1,24	0,94

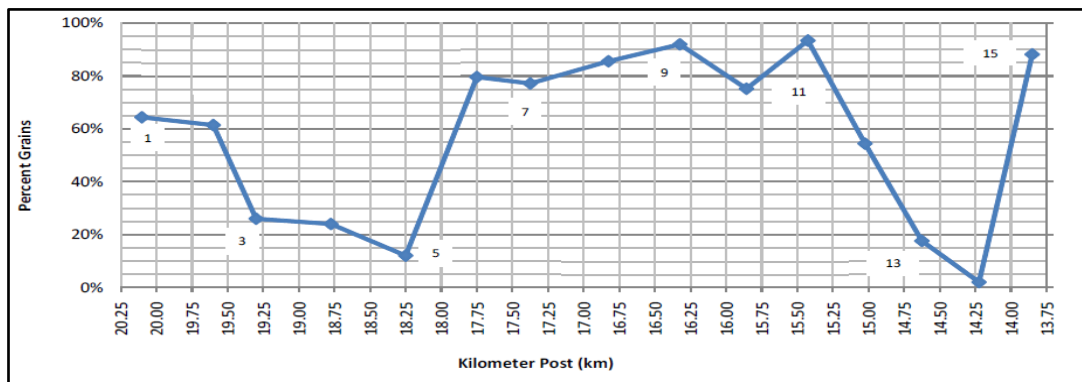


#### 4.1.6 Data Metocean Ketinggian Dan Arah Gelombang

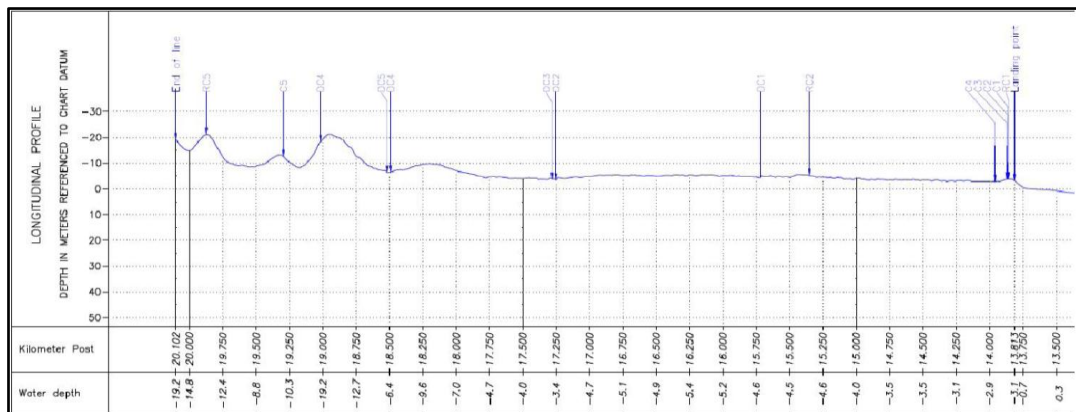
Directions (towards) Wave Height Classes (m)	Number of Occurrence							Percentage						
	0.0-0.4	0.4-0.8	0.8-1.0	1.0-1.2	1.2-1.6	≥ 1.6	Total	0.0-0.4	0.4-0.8	0.8-1.0	1.0-1.2	1.2-1.6	≥ 1.6	Total
N	163	1463	430	463	128	5	2652	2.24	20.11	5.91	6.36	1.76	0.07	36.45
NNE	13	56	7	1	0	0	77	0.18	0.77	0.10	0.01	0.00	0.00	1.06
NE	64	255	25	11	0	0	355	0.88	3.50	0.34	0.15	0.00	0.00	4.88
ENE	26	55	1	1	1	0	84	0.36	0.76	0.01	0.01	0.01	0.00	1.15
E	145	422	23	13	2	0	605	1.99	5.80	0.32	0.18	0.03	0.00	8.32
ESE	17	20	1	0	0	0	38	0.23	0.27	0.01	0.00	0.00	0.00	0.52
SE	255	560	5	1	0	1	822	3.50	7.70	0.07	0.01	0.00	0.01	11.30
SSE	19	34	0	0	0	0	53	0.26	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73
S	201	1018	75	56	11	0	1361	2.76	13.99	1.03	0.77	0.15	0.00	18.71
SSW	11	36	8	4	1	0	60	0.15	0.49	0.11	0.05	0.01	0.00	0.82
SW	57	200	12	17	6	0	292	0.78	2.75	0.16	0.23	0.08	0.00	4.01
WSW	7	11	0	0	0	0	18	0.10	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25
W	50	413	42	30	2	0	537	0.69	5.68	0.58	0.41	0.03	0.00	7.38
WNW	5	7	0	0	0	0	12	0.07	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16
NW	37	227	14	7	3	0	288	0.51	3.12	0.19	0.10	0.04	0.00	3.96
NNW	3	19	0	0	0	0	22	0.04	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
Sub-Total	1073	4796	643	604	154	6	7276	14.75	65.92	8.84	8.30	2.12	0.08	99.60
Wave less														0
Missing/Incomplete														0.4
Total														100

#### 4.1.7 Data Geotechnic Soil Properties

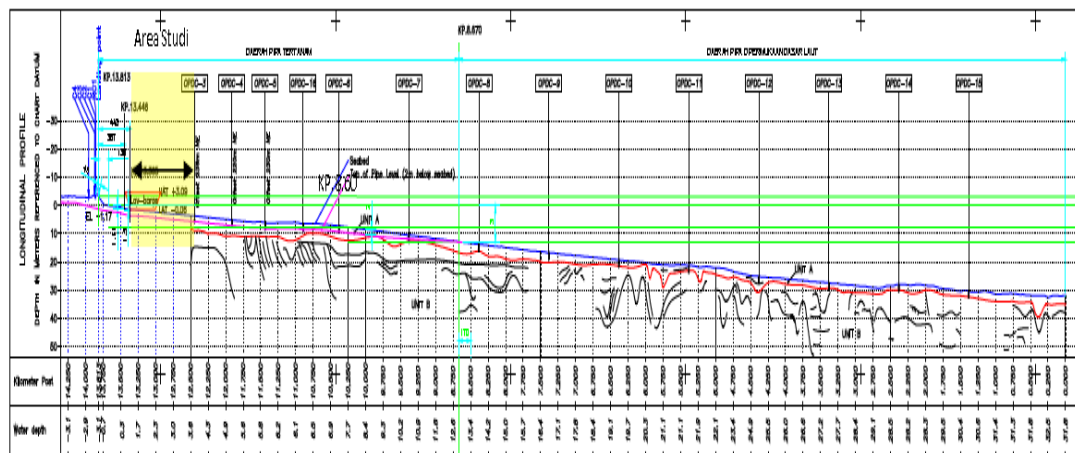
Kondisi material tanah pada jalur pipa darat (*Onshore Pipelines*) sampai garis pantai adalah tanah kepasiran dengan kondisi loose. Sedang kondisi seabed ke arah laut lepas umumnya adalah tanah lanau-lempung lunak.



#### 4.1.8 Data Geotechnic Topography Onshore Pipelines

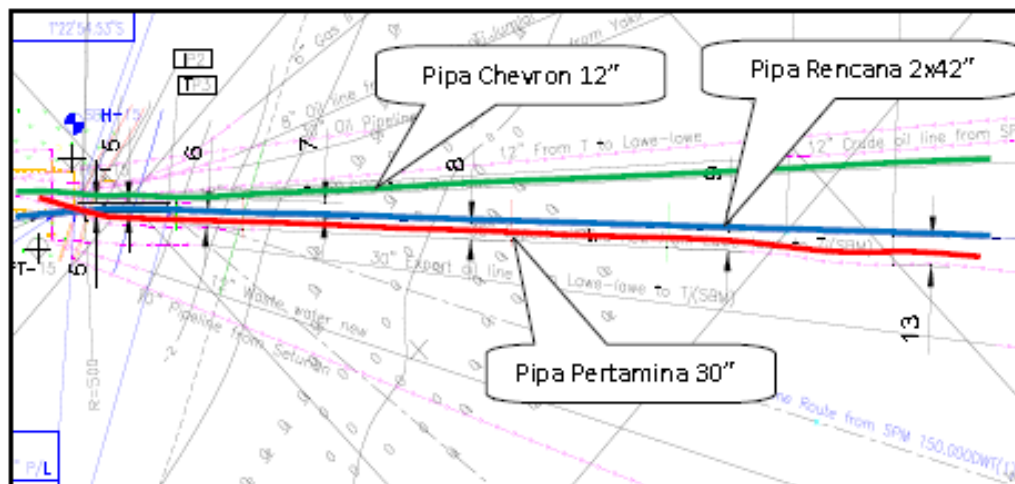


#### 4.1.9 Data Geophysic Bathymetric Offshore Pipelines



#### 4.1.10 Data Lay Out Offshore Pipelines

Jalur Offshore Pipelines baru akan dibuat dilokasi yang berdekatan dengan jalur pipa *existing*. Keberadaan pipa *existing* seperti lay Out berikut :



#### 4.2 Pelaksanaan Focus Group Discussion (FGD)

Anggota kelompok fokus grup terdiri dari orang-orang yang terkait erat dengan permasalahan keselamatan kerja dan keselamatan lingkungan, sesuai dengan topik penelitian sehingga dapat mengungkapkan banyak informasi secara rinci dan dengan wawasan yang mendalam. Kelompok *Focus Group Discussion* (FGD) ini melibatkan orang-orang yang berpengalaman dan ahli, dari lingkungan Operasi, Engineering, Teknik, dan HSE. Tugas dari kelompok FGD ini adalah

menentukan *Objective Setting*, melakukan *Risk Identifications*, melakukan *Risk Analysis*, melakukan *Risk Evaluations*, dan memantau pelaksanaan *Risk Treatments*. Masing-masing bidang keahlian mempunyai key-roles masing-masing; *Responsible*, *Accountable*, *Contributing* dan *Informed*, sesuai RACI dalam teori Manajemen Risiko .

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam *Focus Group Discussion(FGD)* ini adalah sebagai berikut :

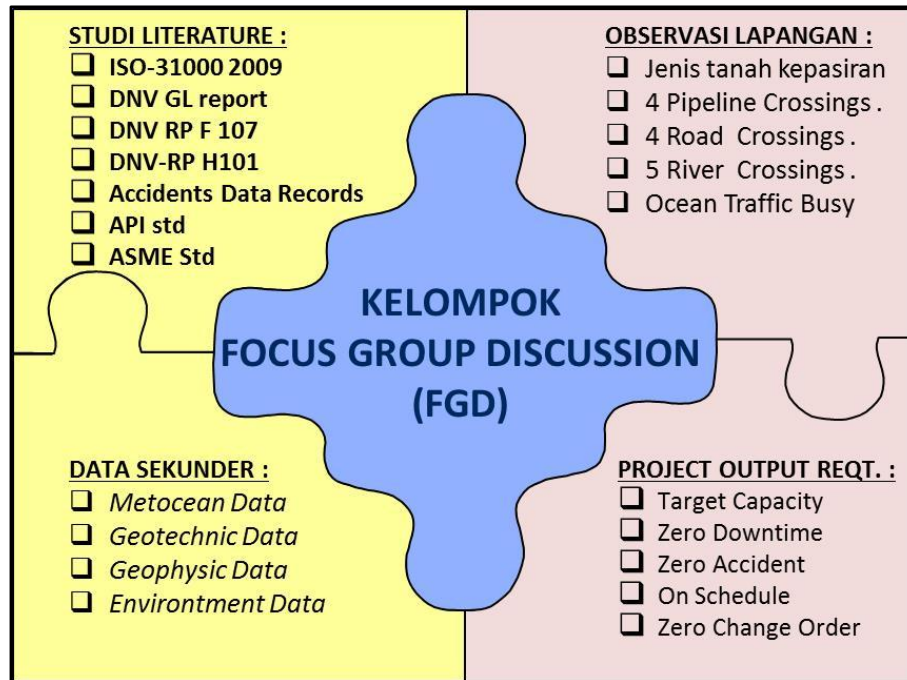
1. Tahap pertama adalah menentukan anggota kelompok yang akan terlibat dalam FGD ini, sesuai kompetensi, pengalaman dan keahlian serta tanggung jawab yang akan diberikan kepadanya sebagai anggota dalam Focus group tersebut , seperti pada **Gambar 4.3**

<b>RACI</b> R = Responsible A = Accountable C = Contributing I = Informed	Project Stakeholder Design Phase						
	Designer	HSE Engineer	Marine RU - V	Technical RU - V	Consultan	Subject Matter Expert	Top Management RU - V
Objective setting	R	C	R	C	R	C	I
Risk Identification	R	R	I	C	R	C	I
Risk Analysis	R	R	I	C	R	C	A
Risk Evaluation	R	R	I	C	R	C	A
Risk Treatment	R	I	I	I	R	C	A

**Gambar 4.3. Anggota Kelompok *Focus Group Discussion***

2. Tahap kedua mendefinisikan tujuan dari FGD ini dengan jelas yaitu : menentukan *Objective Setting*, melakukan *Risk Identifications*, melakukan *Risk Analysis*, melakukan *Risk Evaluations*, dan memantau pelaksanaan *Risk Treatments*. Penjelasan tugas dan tanggung jawab setiap anggota ini disampaikan pada saat Kick Off Meeting . Selain itu sebagai persiapan pelaksanaan FGD ini adalah dengan melakukan melakukan kompilasi purpose statement yaitu mengumpulkan masukan dari para ahli, *Storage Tank Accident Studies*, *DNV Reports*, *Engineering Standard & Codes*, *Local procedures* dll , yang nantinya akan menjadi pelengkap data

sekunder dari seluruh anggota FGD. Anggota Focus Group ini akan bekerja berdasarkan informasi yang mereka dapatkan dari Data Primer (warna coklat) dan Data Sekunder (warna kuning) seperti terlihat pada **Gambar 4.4**



**Gambar 4.4. Jalur Informasi Anggota Kelompok *Focus Group Discussion***

Pada tahap ini sambil dilakukan persiapan pemenuhan keperluan administratif diantaranya Agenda FGD, teknis merekam diskusi, menentukan ruang rapat, alat bantu , Filing System dll.

3. Tahap ketiga adalah membuat *FGD Time Schedule* . Jadwal pelaksanaan FGD harus diatur sedemikian rupa sehingga setiap anggota mampu memberikan informasinya dengan performance dan wawasan yang terbaik, sehingga akan dihasilkan output yang baik pula. Hal yang penting dilakukan adalah memberikan jeda waktu antara pelaksanaan Risk Identification dan pelaksanaan Analisis Kualitatif , guna menghilangkan subjektifitas atas Data Identifikasi Risiko yang telah dikumpulkan. Dalam penelitian ini jeda tersebut diisi dengan Team Building Program berupa Outbond untuk meningkatkan kembali kerjasama Team kelompok FGD seperti pada **Gambar 4.5**

No	Agenda Meeting	Minggu 1							Minggu 2							Minggu 3							Minggu 4							
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1
1	Kick Off Meeting	■																												
2	Mempelajari Data terkait SPM		■	■																										
3	FGD membahas Risk Identification SPM				■																									
4	Mempelajari Data terkait Offshore Pipelines					■	■																							
5	FGD membahas Risk Identification Offshore Pipelines							■																						
6	Mempelajari Data terkait Onshore Pipelines								■	■																				
7	FGD membahas Risk Identification Onshore Pipelines										■																			
8	Mempelajari Data terkait Tank & Facility											■	■																	
9	FGD membahas Risk Identification Tank & facility														■															
10	Team Building Outbond															■	■	■	■	■										
11	FGD membahas Kualitatif Analisis SPM & Offshore Pipelines																							■						
12	FGD Kualitatif Analisis Tank , Facility & Onshore Pipelines																								■					
13	Melakukan Anchor Dropped & Dragged Object Calculation																									■				
14	Melakukan SPM Anchor Analisis																									■				
15	Melakukan Seabed Soil Structure Slip Analisis																										■			
16	Melakukan Excavator Bucket Impact Calculation																											■		
17	Melakukan Oil Spill Modeling																												■	
18	Melakukan Fire Explosion Modeling																													■
19	Membuat Kesimpulan dan Closing Meeting																													■

**Gambar 4.5. FGD Time Schedule**

4. Tahap keempat adalah melakukan kegiatan *Focus Group Discussion* (FGD) sesuai dengan *Time Schedule* yang sudah dibuat . Dalam penelitian ini seluruh kegiatan *Risk Identification*, Analisa Kualitatif , Analisa Kuantitatif sampai dengan pembuatan rekomendasi untuk *safeguarding* dan *Risk Mitigation Programs* dilakukan oleh kelompok FGD , hanya beberapa point khusus yang sifatnya specific diminta bantuan pada konsultan dengan keahlian khusus.
5. Tahap kelima adalah membuat kesimpulan dan rekomendasi berdasarkan hasil FGD.

### 4.3 Pelaksanaan Identifikasi Bahaya ( *Hazard Identification* )

Proyek Terminal dan Tangki Minyak Mentah di Kalimantan Timur ini meliputi; *Tank Farm & Facilities*, *Onshore Pipelines*, *Offshore Pipelines* dan *SPM 3200 DWT*. Dalam melaksanakan Identifikasi Bahaya (*Risk Identification*) , setiap kegiatan proses konstruksi proyek yang termasuk pada **Gambar 2.1.** diidentifikasi bahayanya , dari aspek *Natural* , *Environmental Impact* , *External/Third Party* , *Process* , *Non Process* , *Health* , dan *Working Environment*. **Gambar 4.6** adalah contoh hasil Risk Identification. Seluruh bahaya yang teridentifikasi dikumpulkan dalam Hazard Identification List (HAZID LIST) pada **Lampiran 1.**

HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur					
			SYSTEM : Offshore Pipelines					
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment : Offshore Pipelines				Design Intent :	
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE			NOTES and RECOMMENDATION	
				S	L	R		
GENERAL - Offshore pipeline								
1	Locations: layout dan orientasi	Ketika mengeruk seabed dekat pipa existing yang sedang beroperasi untuk membenamkan pipa yang akan digelar , tiba-tiba pipa existing longsor , dan bocor karena membentur pipa yang baru	Terjadi tumpahan minyak ke laut sehingga mengganggu operasi , Lingkungan serta berpengaruh pada kerugian , bisnis .	0	0	0	P	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Membuat Prosedur Trenching pada tahapan konstruksi. b. Mengatur kecepatan pengerukan di bawah laut c. Membuat prosedur kerja aman untuk bekerja d. Membuat Pre-Incident Planning tumpahnya minyak e. Membuat Prosedur Tanggap Daruratnya berdasarkan hasil simulasi sebaran tumpahan minyak di laut.
				0	0	0	E	
				0	0	0	A	
				0	0	0	R	
						0	?	
15	Physical: Korosi	Offshore Pipelines mengalami korosi sehingga minyak tumpah kelaut	Operasi terganggu , bisnis terganggu , minyak mencemari laut , potensi merusak reputasi	0	0	0	P	Rekomendasi pencegahan : a. Melakukan pemeriksaan kualitas crude b. Melakukan program PM/PdM rutin c. Mengembangkan Emergency Respon Plan
				0	0	0	E	
				0	0	0	A	
				0	0	0	R	
						0	?	

**Gambar 4.6. Hasil Identifikasi Risiko Offshore Pipelines**

#### 4.4 Pelaksanaan Analisis Kualitatif (*Qualitative Analysis*)

Contoh hasil Analisis Kualitatif dapat dilihat pada **Gambar 4.7**

HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur					
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			SYSTEM : Onshore Pipelines			Design Intent :		
			Equipment : Onshore Pipelines & Facility					
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE			NOTES and RECOMMENDATION	
				S	L	R		
GENERAL - Onshore Pipelines								
1	Locations: layout dan Orientasi	Pipa yang baru berdekatan dengan pipa existing yang sedang beroperasi	Terdapat potensi terjadinya aliran stray current antar pipeline karena perbedaan penggunaan cathodic protection, dimana instalasi pipa baru 42" dirancang menggunakan Anoda Korban sementara pipa terpasang 30" menggunakan Impressed Current yang dapat menyebabkan tergerusnya Anoda Korban secara lebih cepat, terutama pada seksi river crossing dan road crossing.	2	2	4	P	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Menentukan jarak antar pipa dengan dampak minimum terjadinya stray current antar pipa dan sesuai dengan standard dan kode pemasangan instalasi pipa b. Menentukan jenis cathodic protection pada instalasi pipa baru yang mempunyai efek minimum terhadap korosi pipa. • Memberikan pembatas fisik antar jaringan pipa yang berdekatan untuk mengurangi dampak rusaknya proteksi korosi jaringan pipa. c. Menentukan rancangan spesifikasi jaringan pipa pada daerah penyebrangan sungai dan jalan. d. Menerapkan program PM/PdM
				4	4	16	E	
				4	4	16	A	
				3	4	12	R	
						10.8	Σ	
2		Pipa yang baru berdekatan dengan pipa existing yang sedang beroperasi	Konstruksi penanaman pipa baru dengan menggunakan Excavator ,berpotensi membentur pipeline existing pada road crossing maupun sepanjang pipa, Sehingga dapat mengakibatkan terjadinya tumpahan minyak, penyebaran gas ,	2	2	4	P	Rekomendasi pencegahan : a. Membuat prosedur penggalian pada tahapan konstruksi. b. Memilih tenaga kerja yang berpengalaman di bidang penggalian & piping Installation. c. Melakukan pemeriksaan kelayakan peralatan dan alat bantu untuk penggalian. d. Melakukan Safety Talk rutin setiap works group, setiap pagi dan sore
				3	4	12	E	
				3	3	9	A	
				4	3	12	R	
						8.2	Σ	
3		Pipa yang baru berdekatan dengan pipa existing yang sedang beroperasi ,pekerjaan penanaman Onshore Pipeline yang baru berpotensi menyebabkan soil structure slip / longsor dan berpotensi mengakibatkan pipa existing menggantung tanpa support melebihi allowable free span.	Menyebabkan pipa existing buckling, atau dapat juga membentur pipa baru sehingga bocor mengakibatkan terjadinya tumpahan minyak, penyebaran gas , kebakaran,ledakan ,kecelakaan/cidera, dan protes masyarakat..	2	2	4	P	Rekomendasi pencegahan : a. Menyiapkan prosedur detail untuk pekerjaan penggalian dan penanaman pipa dan perangkat control-nya sesuai dengan jarak antar pipa dan perhitungan desain, sehingga aktivitas konstruksi , pipe laying dan anchoring masih dalam batas jarak aman. b. Melakukan control pada setiap step prosedur.
				2	2	4	E	
				2	2	4	A	
				2	3	6	R	
						4.2	Σ	

**Gambar 4.7. Hasil Kualitatif Analisis Onshore Pipelines**

Setiap bahaya yang teridentifikasi pada HAZID LIST (**Lampiran 1**) dinilai berdasarkan kriteria penilaian risiko dan ditulis dalam kolom *Risk Score*. Nilai Risiko dihitung berdasarkan kehebatan bahaya (*Severity*), dampak (*Consequence*) yang akan mempengaruhi, dan *probability/likelihood* terjadinya *Hazard* tersebut.

#### 4.4.1 Hasil Analisis Kualitatif

Berdasarkan hasil Analisis Kualitatif terhadap seluruh bahaya yang teridentifikasi pada **Lampiran 1**, maka dapat dirangkum pada **Tabel 4.1**, **Tabel 4.2**, **Tabel 4.3** dan **Tabel 4.4**. masing-masing sebagai berikut :

**Tabel 4.1. Rangkuman hasil Analisis Kualitatif SPM 3200 DWT**

No	Potensi Bahaya	Rekomendasi Pencegahan dan Mitigasi
1	<p>Kegagalan SPM karena tertabrak atau tertarik kapal yang mengakibatkan tumpahnya minyak ke laut, instalasi rusak, terganggunya reputasi Perusahaan, kebakaran di laut.</p> <p>SPM saat pemindahan minyak mentah dalam kondisi cuaca buruk, terlepas dari Anchor Chainnya, sehingga under buoy hose (UBH) tertarik dan robek, sehingga minyak tumpah ke laut</p>	<p>Rekomendasi tindakan pencegahan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Merancang tata letak dan orientasi lokasi instalasi SPM untuk memperkecil kemungkinan tertabrak kapal, antara lain: arah dan kecepatan angin, arus utama dan pasang surut.</li> <li>Membuat prosedur kerja aman bagi pemasangan SPM termasuk kebutuhan kapal patrol selama pemasangan.</li> <li>Melakukan simulasi tumpahan minyak di laut.</li> <li>Disain spesifikasi SPM yang lebih komprehensif antara lain: <i>materials, breakaway coupling, anchor leg and anchor base</i>.</li> <li>Sistem pemeliharaan dan inspeksi rutin yang meliputi: <i>SPM internal inspection; anchor leg/chain; anchor block; corrosion protection</i>.</li> <li>Mengklasifikasikan area tersebut menjadi daerah terlarang dan operasi terbatas</li> </ol> <p>Rekomendasi tindakan mitigasi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Menyediakan alat bantu navigasi laut.</li> <li>Membuat Prosedur Tanggap Darurat untuk tumpahnya minyak di laut meliputi pengumpulan minyak dan pembersihan laut dan pemadaman api dipermukaan laut</li> <li>Membuat Pre-Incident Planning serta Prosedur Tanggap Daruratnya berdasarkan hasil simulasi Oil Spill</li> <li>Melakukan Emergency Drill secara rutin.</li> </ol>
2	SPM mengalami kerusakan diakibatkan oleh ancaman terorisme	<p>Rekomendasi tindakan pencegahan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Melaksanakan patroli keamanan laut secara rutin</li> </ol>

	atau kerusuhan sosial. Kondisi ini berdampak pada rusaknya asset perusahaan.	<p>untuk menjaga SPM dan Offshore pipeline installation.</p> <p>b. Membentuk komite keamanan bersama (security committee) untuk operasi maritime antara Pertamina dan Chevron.</p> <p>c. Mengklasifikasikan area tersebut menjadi daerah terlarang dan operasi terbatas.</p> <p>Rekomendasi tindakan mitigasi:</p> <p>a. Membentuk Organisasi Penanggulangan Keadaan Darurat yang melibatkan seluruh stakeholders.</p> <p>b. Melakukan Emergency Drill secara rutin.</p>
3	SPM mengalami kerusakan akibat cuaca buruk saat pemindahan minyak mentah.	<p>Rekomendasi tindakan pencegahan:</p> <p>a. Menentukan batas cuaca untuk prosedur kerja selamat transfer minyak dari dan/atau ke kapal tanker.</p> <p>b. Membuat prosedur kerja selamat saat operasi pemindahan minyak termasuk penyelamatan operasi darurat saat cuaca buruk.</p>

**Tabel 4.2. Rangkuman hasil Analisis Kualitatif Offshore Pipeline**

No	Potensi Bahaya	Rekomendasi Pencegahan dan Mitigasi
1	Kegagalan Offshore Pipeline karena kejatuhan atau tertarik jangkar kapal yang mengakibatkan tumpahnya minyak ke laut .	<p>Rekomendasi tindakan pencegahan:</p> <p>a. Membuat Prosedur Anchorage pada tahapan konstruksi.</p> <p>b. Membangun offshore pipeline merujuk pada spesifikasi desain yang telah ditentukan termasuk kerangan isolasi</p> <p>c. Membuat prosedur dan program inspeksi pipeline, seperti: pigging, cek ketebalan pipa, dan monitor cathodic protection</p> <p>d. Membuat prosedur kerja aman untuk bekerja di bawah laut</p> <p>Rekomendasi tindakan mitigasi:</p> <p>a. Membuat Pre-Incident Planning tumpahnya minyak serta Prosedur Tanggap</p> <p>b. Daruratnya berdasarkan hasil simulasi sebaran tumpahan minyak di laut.</p>
2	Pekerjaan Trenching untuk pemasangan pipa baru berpotensi menyebabkan runtuhnya tanah di dasar laut (amblas) di sekitar	<p>Rekomendasi tindakan pencegahan:</p> <p>a. Menyiapkan prosedur detail untuk pekerjaan trenching dan perangkat kontrolnya (misalnya GPS) yang merujuk pada perhitungan beban saat penggelaran pipa bawah laut sehingga menjadi panduan bagi keselamatan operasi Lay Barge.</p>



	jalur pemasangan pipa baru  tersebut sehingga menyebabkan pipa existing menjadi menggantung tanpa penyangga.	b. Menghitung dan mengatur kecepatan pengerukan c. Memastikan jarak maksimum yang diperbolehkan bagi setiap pipa untuk dapat menggantung tanpa penyangga
--	--	---

**Tabel 4.3. Rangkuman hasil Analisis Kualitatif Onshore pipeline**

No	Potensi Bahaya	Rekomendasi Pencegahan dan Mitigasi
1	<p>Terdapat potensi terjadinya aliran stray current antar pipeline karena perbedaan penggunaan cathodic protection, dimana instalasi pipa baru 42” dirancang menggunakan Anoda Korban sementara pipa terpasang 30” menggunakan Impressed Current yang dapat menyebabkan tergerusnya Anoda Korban secara lebih cepat. terutama pada seksi river crossing dan road crossing.</p>	<p>Rekomendasi tindakan pencegahan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Menentukan jarak antar pipa dengan dampak minimum terjadinya stray current antar pipa dan sesuai dengan standard dan kode pemasangan instalasi pipa</li> <li>Menentukan jenis cathodic protection pada instalasi pipa baru yang mempunyai efek minimum terhadap korosi pipa. □ Memberikan pembatas fisik antar jaringan pipa yang berdekatan untuk mengurangi dampak rusaknya proteksi korosi jaringan pipa.</li> <li>Menentukan rancangan spesifikasi jaringan pipa pada daerah penyebrangan sungai dan jalan.</li> <li>Menerapkan program pemeliharaan dan inspeksi rutin pada onshore pipeline, antara lain: pigging, pengukuran tebal pipa, inspeksi cathodic protection</li> </ol>
2	<p>Rusaknya onshore pipeline terpasang akibat kegagalan pada kegiatan konstruksi dan pemasangan onshore pipeline baru, seperti penggalian dengan menggunakan alat-alat berat.</p>	<p>Rekomendasi tindakan pencegahan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Mengkomunikasikan rancang bangun onshore pipeline baru dan metoda kontruksi kepada pihak Chevron.</li> <li>Melakukan perhitungan <i>Excavator bucket Impact</i> terhadap existing pipeline dan membuat prosedur penggalian</li> </ol> <p>Rekomendasi tindakan mitigasi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Membuat rencana dan Prosedur Tanggap Darurat pipa darat bocor akibat aktifitas konstruksi.</li> <li>Menyediakan peralatan perlindungan lingkungan untuk tanggap darurat tumpahan minyak.</li> <li>Melakukan Emergency Drill secara rutin.</li> </ol>

3	Kegagalan bantalan tanah yang menunjang instalasi pipa karena longsor dan erosi tanah di sepanjang alur pipa ROW pada saat trenching.	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Mendesain onshore pipeline beserta bantalan penyangga dengan mempertimbangkan faktor longsor dan erosi tanah.
4	Kegagalan jaringan onshore pipeline yang mengakibatkan tumpahnya minyak ke tanah akibat kegagalan mechanical integrity pipeline dan/atau gangguan pihak ketiga.	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Pembentukan Patroli keamanan bersama antara PT. Pertamina (Pesero) dan Chevron sepanjang ROW (Right of Way) a. Menerapkan program Corporate Social Responsibility (CSR). b. Mengklasifikasikan area tersebut sebagai area terlarang/terbatas.

**Tabel 4.4. Rangkuman hasil Analisis Kualitatif Tank Farm & Facility**

No	Potensi Bahaya	Rekomendasi Pencegahan dan Mitigasi
1	Kegagalan Fasilitas tangki timbun dan sistem penunjang yang mengakibatkan tumpahnya minyak ke tanah akibat kegagalan mechanical integrity, kegagalan peralatan penunjang dan/atau kegagalan manusia saat mengoperasikan peralatan.  Pemasangan pipa dan valve yang terlalu dekat dapat mengakibatkan kesulitan pada pemeliharaan dan pengoperasian yang dapat berujung kecelakaan.	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Membuat desain spesifikasi fasilitas tank berikut kerangan isolasi, yaitu: jarak kerangan, jarak tanki, lokasi kerangan, yang mempertimbangkan hasil Fire and Explosion Modeling (FEM) b. Membuat Standar Operating Procedure (SOP), program pemeliharaan dan inspeksi tangki timbun  Rekomendasi tindakan mitigasi: a. Membuat SIMOPS pada saat pekerjaan pembangunan terminal minyak pusat Lawe-lawe yang mencakup ijin kerja, pembagian daerah operasi kerja, dan lain-lain. b. Membuat Pre-Incident Planning dan Prosedur Tanggap Darurat. c. Menyediakan peralatan perlindungan lingkungan untuk tanggap darurat tumpahan minyak. d. Melakukan Emergency Drill secara rutin pada masa konstruksi dan operasi.
2	Kegagalan Metering system yang mengakibatkan tumpahnya minyak ke	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Membuat spesifikasi desain paket Metering system berikut pemipaan, sistem kontrol dan kerangan isolasi

	<p>tanah akibat kegagalan mechanical integrity perpipaan/ metering package dan kegagalan manusia saat mengoperasikan dan pemeliharaan peralatan</p>	<p>b. Membuat prosedur pengoperasian Metering system dan program pemeliharaan dan inspeksi Metering system.</p> <p>Rekomendasi tindakan mitigasi:</p> <p>a. Membuat Pre-Incident Planning dan Prosedur Tanggap Darurat.</p> <p>b. Menyediakan peralatan perlindungan lingkungan untuk tanggap darurat tumpahan minyak.</p> <p>c. Melakukan Emergency Drill secara rutin pada masa konstruksi dan operasi.</p>
3	<p>Kegagalan Rumah Pompa yang mengakibatkan tumpahnya minyak ke tanah akibat kegagalan mechanical integrity pemipaan dan kegagalan manusia saat mengoperasikan peralatan</p>	<p>Rekomendasi tindakan pencegahan:</p> <p>a. Membuat spesifikasi desain Rumah Pompa berikut pemipaan, sistem kontrol dan kerangan isolasi.</p> <p>b. Membuat prosedur pengoperasian Rumah Pompa dan program pemeliharaan dan inspeksi.</p> <p>Rekomendasi tindakan mitigasi:</p> <p>a. Membuat Pre-Incident Planning dan Prosedur Tanggap Darurat.</p> <p>b. Melakukan Emergency Drill secara rutin pada masa konstruksi dan operasi.</p>

Berdasarkan rangkuman hasil Analisis Kualitatif pada Tabel 4.1. – Tabel 4.4 , maka dapat direayasa Model Analisis Kuantitatif yang harus dilakukan seperti pada **Tabel 4.5**

**Tabel 4.5. Model Analisis Kuantitatif yang harus dilakukan**

No	Hasil Analisis Kualitatif	Model Analisis Kuantitatif
1	Tabel 4.1, Risiko SPM tertabrak kapal dan bocor, Rekomendasi pencegahan point c	Oil Spill Modeling
2	Tabel 4.1, Risiko SPM terlepas dari Anchor Chainnya, sehingga under buoy hose (UBH) tertarik dan robek, sehingga minyak tumpah ke laut	SPM Anchor Failure Analysis
3	Tabel 4.2 point 1, Risiko pipa offshore bocor karena kejatuhan atau tertarik jangkar kapal yang mengakibatkan tumpahnya minyak ke laut .	<p>a. Anchor Dropped Calculations</p> <p>b. Anchor Dragged Calculation</p>
4	Tabel 4.2 point 2, Risiko sea bed slip(longsor) sehingga menyebabkan pipa existing	Seabed Soil Structure Slip Analysis

	menjadi menggantung atau terbentur dan bocor	
5	Tabel 4.3, Risiko pipa onshore pipeline bocor karena tergaruk Excavator bucket saat penggalian paritan pipa .	Excavator Bucket Impact Analysis
6	Tabel 4.4, Risiko kegagalan mechanical integrity, Tanki dan alat penunjangnya seperti pompa dan Metering sehingga bocor dan terbakar atau meledak.	Fire Explosion Modeling (FEM)

#### 4.5 Pelaksanaan Analisis Kuantitatif (*Quantitative Analysis*)

Dari Analisis sebelumnya , terdapat 7 Model Kuantitatif Analisis yang harus dilakukan yaitu :

1. *Oil Spill Modeling*
2. *SPM Anchor Failure Analysis*
3. *Anchor Dropped Calculations*
4. *Anchor Dragged Calculation*
5. *Seabed Soil Structure Slip Analysis*
6. *Excavator Bucket Impact Analysis*
7. *Fire Explosion Modeling (FEM)*

##### 4.5.1 *Oil Spill Modeling*

###### 4.5.1.1 *SPM Data*

Data tersedia untuk Single Point Mooring (SPM 3200 DWT ) adalah sebagai berikut:

- a. Lokasi SPM 3200 DWT , direncanakan berada pada Latitude :  $1^{\circ} 27' 54.53''$  , Longitude :  $116^{\circ} 47' 55.90''$  atau Easting 477625.6 m dan Northing 9838055.7 m .
- b. Elevasi dasar laut adalah berkisar antara -29m hingga -36m , Elevasi untuk SPM adalah - 32m.
- c. Survei geofisik mengindikasikan bahwa tanah permukaan dasar laut adalah lanau kepasiran (sandy silts) dengan ketebalan antara 3m hingga 11m.

#### 4.5.1.2 The Spreading and Dispersion Formula

Formula yang digunakan dalam simulasi ini adalah berdasarkan temuan Beegle-Krause, 1999, 2001. The spreading and dispersion of the particles is based on a Fickian random walk (Jones, 2007) , dimana pergerakan partikel diatas permukaan dapat dirumuskan :

$$\frac{d\vec{X}}{dt} = \vec{U}_s + C_w \vec{W}_{10} + \vec{D}$$

Dimana :

- $\vec{X}$  = Posisi particle
- $\vec{U}_s$  = Kecepatan arus permukaan
- $\vec{W}_{10}$  = Kecepatan angin 10 meter diatas permukaan
- $C_w$  = Windage Factor
- $\vec{D}$  = Random Diffusion component

Formula tersebut selanjutnya dikembangkan oleh GNOME (the General NOAA Oil Modelling Environment), untuk memudahkan melakukan simulasi , seperti yang dilakukan dalam simulasi ini. Simulasi Oil Spill dilakukan terhadap SPM 3200 DWT , pertimbangan yang diambil adalah karena lokasinya terjauh dari pantai ,dan rencana aktivitas bongkar muat hydrocarbon melalui SPM tersebut membuat risiko terjadinya kebocoran pada lokasi ini cukup tinggi.

- ☐ Tools : Software GNOME , Oil spill Trajectory modelling
- ☐ Skenario : Kebocoran terjadi pada saat, Loading-unloading Crude Oil dari SPM ke Tanki .
- ☐ Kejadian : Bulan Mei - Nopember
- ☐ Parameter :
  - Arah angin dari selatan dengan kecepatan 16 Knot
  - Jenis crude Arjuna
  - Volume tertumpah ke laut 3000 barrels

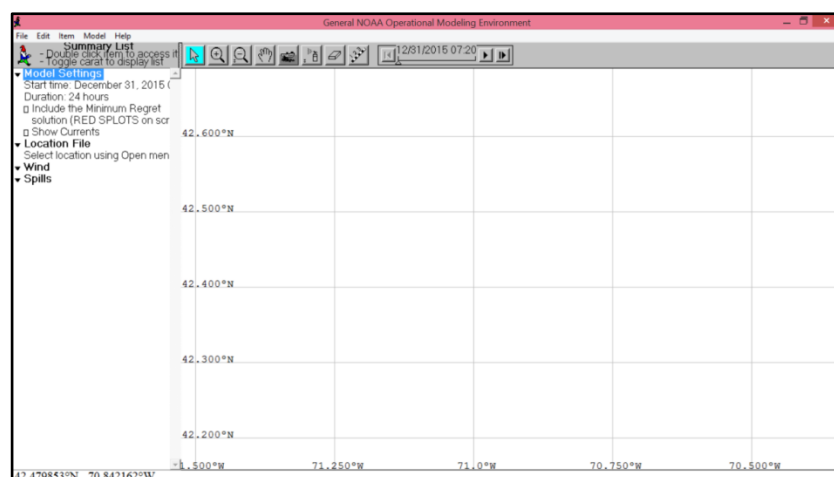


**Gambar 4.8. Situasi ketika Tanker sedang Loading Crude melalui SPM**



**Gambar 4.9. Visualisasi besarnya Subsea Hose 42 inch**

#### **4.5.1.3 GNOME Data Entry**



**Model Settings**

Model Start Time and Duration

Model Start Date: May 24 2015

Model Start Time: 7 : 20 (24-hour)

Model Run Duration: 1 days and 0 hours

GNDME will automatically run the Best Estimate (Forecast) solution.

☐ Include the Minimum Regret (Uncertainty) solution.

☐ Show Currents

Help... Cancel OK

**Open a File**

Look in: Boston

Name	Date modified	Type
Boston and vicinity.loc	3/20/2015 4:05 PM	LOC File

Recent places: Desktop, Libraries, This PC, Network

File name: Kalimantan Timur | Indonesia

Files of type: Location Files (\*.loc)

Open Cancel Help

**Spill Information**

Spill Name: Crude Oil

Pollutant: non-weathering

Amount Released: 3000 barrels

Release start

May 24 2015 Lat: 42.409165 North

Start Time: 7 : 0 Long: 70.819999 West

☐ Different end release time ☐ Different end release position

☒ decimal degrees  
☐ degrees/minutes  
☐ degrees/minutes/seconds

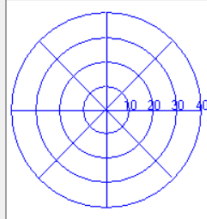
OK Cancel Help...

**Constant Wind**

Speed 16 knots

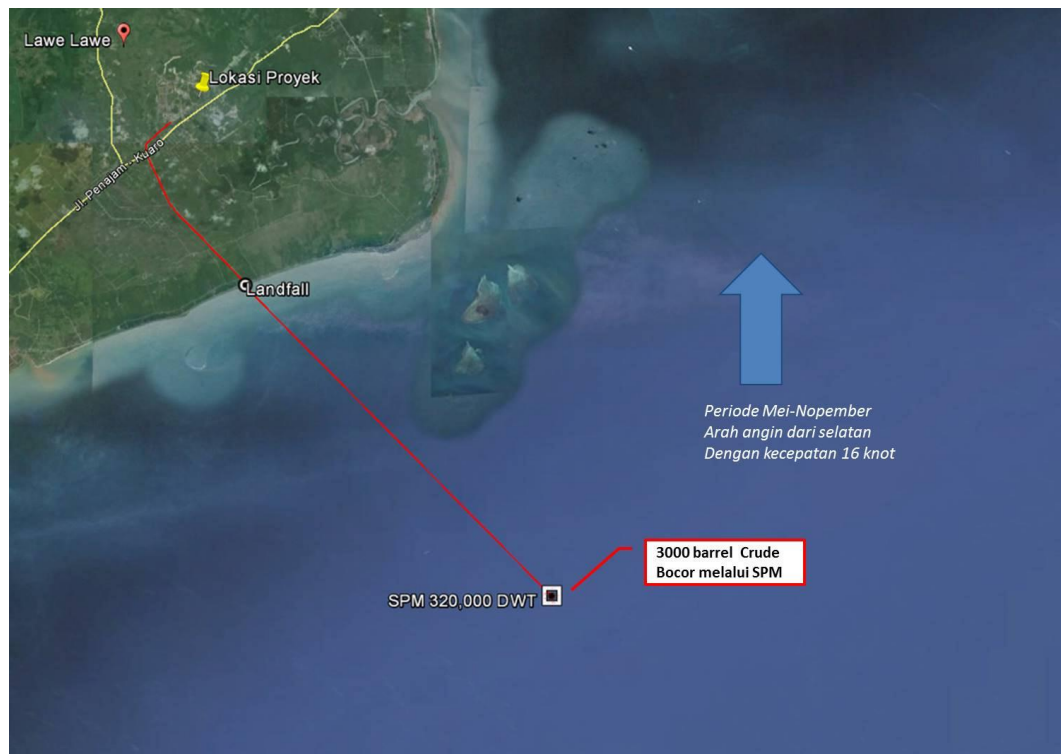
Wind Direction is from: S

Enter degrees true or text (e.g. "NNW")

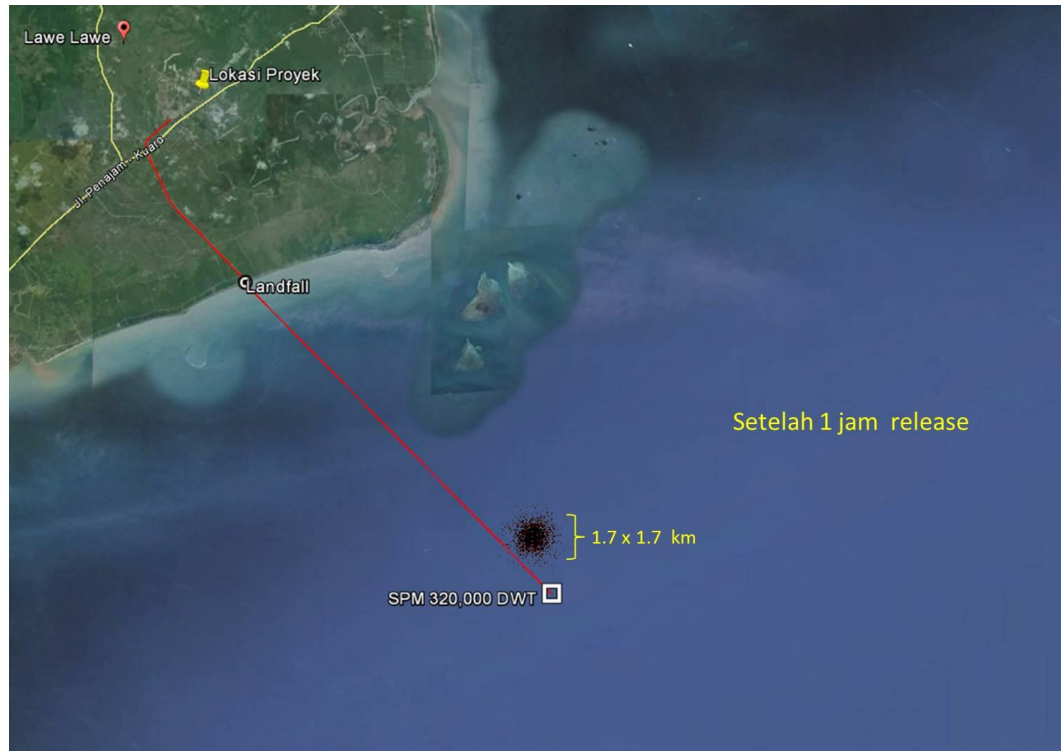


Help... << Back Next >>

#### 4.5.1.4 Hasil Simulasi GNOME



**Gambar 4.10. Terjadi Oil Spill Dari SPM Sejumlah 3000 barrels**



**Gambar 4.11. Setelah 1 jam luas pencemaran 1.7 km x 1.7 km**





**Gambar 4.12. Setelah 6 jam luas pencemaran 5 km x 6 km**



**Gambar 4.13. Setelah 12 jam luas pencemaran 8 km x 7 km**



**Gambar 4.14. Setelah 24 jam crude mencemari pantai sepanjang 6 km**

#### 4.5.1.5 Kalkulasi Penanggulangan Oil Spill

Kebutuhan Oil Boom :

$B = 1.25 \times H$  ..... (Sumber the Canada Shipping Act; [www.tc.gc.ca](http://www.tc.gc.ca))

B= kebutuhan *boom* untuk menanggulangi tumpahan minyak (m)

H= Jumlah minyak yang tumpah ke perairan = 3000 barrels = 477 m<sup>3</sup>

Jadi kebutuhan Oil Boom =  $1.25 \times 477 = 597$  meter atau sekitar 600 meter

Teknik mengelola tumpahan minyak



**Model “U”**



**Model “V”**



**Model “J”**

Diperlukan 4 unit Tug Boat , 2 unit untuk menahan boom dan 1(Satu) unit digunakan untuk membersihkan tumpahan minyak , kemudian 1 Unit Fire Fighter

Stansby Area : Teluk Balikpapan = 25 km dari SPM

Target penanganan Emergency = 30 menit setelah kejadian, kecepatan arus 16 knot, maka Tugboat harus memiliki kecepatan  $[(25 \times 2) / 1.8] + 16 = 43.7$  knot .  
Tug Boat harus mampu berkecepatan > 50 knot.

#### 4.5.2 SPM Anchor Failure Analysis

Analisis terhadap timbulnya bahaya geoteknik yang signifikan untuk angkur / pondasi SPM adalah apabila Angkur / pondasi tidak dapat mencapai lapisan yang dapat memberikan kapasitas yang memadai untuk menahan beban operasional dan beban lingkungan ekstrim (gelombang, badai, angin) atau Angkur / pondasi tidak dapat mencapai lapisan yang dibutuhkan untuk mengantisipasi erosi permukaan dasar laut.

Guna mereduksi bahaya, hendaknya design mengacu pada standard berikut :

- a. American Petroleum Institute: Recommended Practice RP-2SK for Design and Analysis of Stationkeeping Systems for Floating Structure, khususnya Appendix E – Pile and Plate Anchor Design and Installation
- b. DNV (Det Norske Veritas) : Recommended Practice RP-E301 Design and Installation of Fluke Anchors In Clay
- c. DNV (Det Norske Veritas) : Recommended Practice RP-E302 Design and Installation of Plate Anchors In Clay

#### 4.5.3 Anchor Dropped Calculation

Aspek Mechanical Integrity yang akan dianalisis adalah kekuatan pipa apabila kejatuhan anchor/jangkar kapal terkait dengan kemungkinan kerusakan pipa.

##### 4.5.3.1 Data berat Jangkar Beberapa Jenis Kapal

No	Vessel Type	Vessel Description	Vessel Length (m)	Weight (DWT)	Anchor Mass (kg)
1	TNKT	Tanker Tug	12	2000	10000
2	PFM	Passenger Ferry Medium	12	6000	24600
3	TVM	Oil Tanker Vessel Medium	30	10000	25400
4	NVM	Navy Vessel Medium	35	20000	43200
5	CTL	Container Large	40	35000	58000

#### 4.5.3.2 Mechanical Impact Due to Anchor Dropped Calculation

Misalnya berat jangkar = 3540 kg

Kecepatan jatuhnya jangkar =

$$\{m - (V \times \rho_{\text{water}})\} \times g = \frac{1}{2} \rho_{\text{water}} \times C_D \times A \times v_T^2$$

Di mana:

m = Masa jangkar = 3540 kg

g = Kecepatan gravitasi = 9,81 m/s<sup>2</sup>

V = Volume jangkar =  $\frac{3540 \text{ kg}}{7850 \text{ kg/m}^3} = 0,45 \text{ m}^3$

$\rho_{\text{jangkar}} = 7850 \text{ kg/m}^3$

$\rho_{\text{water}} = \text{Berat jenis air} = 1025 \text{ kg/m}^3$

$C_D = \text{Koefisien drag Jangkar} = 1$

A = Proyeksi luasan jangkar =  $1,75 \times 0,75 = 1,31 \text{ m}^2$

$v_T = \text{Kecepatan jatuhnya jangkar (m/s)}$

Koefisien Drag Jangkar

No.	Masa Jangkar (ton)	$C_D$	$C_A$
1	< 2	0,7	0,1
2	2	0,8	0,2
3	3	0,9	0,3
4	4	1	0,4
5	5	1,1	0,5
6	6	1,2	0,7
7	7	1,3	0,8
8	8	1,4	0,9
1	>8	1,5	1

Berat Jangkar:

No	Parameter	Unit	Anchor mass (Kg)			
			3540	4320	6000	7800
1	Anchor Breadth	m	1,75	1,87	2,08	2,28
2	Anchor width	m	0,75	0,8	1,29	1,41
3	Projected area of object (A)	m <sup>2</sup>	1,31	1,49	2,71	3,22

Jadi kecepatan jatuhnya jangkar =

$$\{m - (V \times \rho_{\text{water}})\} \times g = \frac{1}{2} \rho_{\text{water}} \times C_D \times A \times v_T^2$$

$$\{3540 - (0,45 \times 1025)\} \times 9,81 = \frac{1}{2} \times 1025 \times 1 \times 1,31 \times v_T^2$$

$$\{3500 - 461,25\} \times 9,81 = 671,38 v_T^2$$

$$30202,54 = 671,38 v_T^2$$

$$v_T^2 = 44,98 \text{ m/s}$$

### Energi Kinetik Efektif Jangkar

$$E_E = \frac{1}{2} (m + m_a) \times v_T^2$$

Di mana

$$\begin{aligned} m_a &= \text{Masa tambahan (kg)} \\ &= \rho_{\text{water}} \times C_a \times V \\ &= 1025 \times 0,4 \times 0,45 \\ &= 184,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka nilai energi kinetik efektif dari jangkar dengan masa 3540 Kg adalah sebesar:

$$\begin{aligned} E_E &= \frac{1}{2} (m + m_a) \times v_T^2 \\ &= \frac{1}{2} (3540 + 184,5) \times 44,98 \\ &= 83764,005 \text{ J} \\ &= 83,764 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan formula yang sama, maka dapat dihitung untuk berat jangkar yang lain dengan hasil seperti yang tertera dalam tabel berikut.

No.	Masa Jangkar (Kg)	Kecepatan jatuhnya jangkar ( $v_T^2$ ) m/det	Energi Kinetik Efektif Jangkar (kJ)
1	3540	44,98	83,764
2	4320	43,87	100,94
3	6000	30,71	100,50
4	7800	27,37	119,24

Jadi , pada saat konstruksi sedapat mungkin diupayakan berat benda-benda yang diangkat maximum 7.8 Ton, kemudian kapal atau Lay Barge yang bekerja di dekat Exsisting Pipelines dengan spesifikasi berat jangkar maximum 7.8 Ton .

#### 4.5.4 Anchor Dragged Calculation

##### 4.5.4.1 Anchor Dragged Refference Data

Aspek Mechanical Integrity yang akan dianalisis adalah kekuatan pipa apabila tertarik anchor/jangkar kapal terkait dengan kemungkinan kerusakan pipa.

Pada analisa konsekuensi terhadap anchor dragged, gaya-gaya serta energy yang bekerja terhadap pipa dapat dihitung dengan mengacu pada standar DNV-RP-E301 dan DNV-RP-E302 berikut ini.

Steel mass (mt) = 1290 kg

Velocity kapal (v) = 2,5 Knot = 1,29 m/s = 4,63 km/hr

Vessel density (l) = 0,0004 km<sup>2</sup>

Impact frequency =

$$f = N_g \times l \times V \times \alpha_e \times \cos \Theta$$

Di mana:

$N_g$  = 1 buah

$\alpha_e$  = *proportion of pipeline length exposed to trawl interference (not buried or protected e.g. by rock cover) = 1*

$\Theta = 45 \rightarrow \cos 45 = 0,71$

Maka:

$f = 0,00131$  per hr-km

= 11,52 per year-km

a) *Impact*

- Hydrodynamic mass ( $m_a$ ) = 2760,6 Kg
- Bending stiffness ( $k_b$ ) = 10 MN/m
- Impact velocity coefficient ( $Ch$ ) = 0,85

*Energy reduction factors*

- Steel mass associated ( $R_{fs}$ ) = 0,75
- Added mass associated ( $R_{fa}$ ) = 0,55
- Pipe wall thickness (t) = 0,5"  
 asumsi ada pengurangan ketebalan pipa oleh karena korosi 5% maka tebal pipa menjadi  
 (t) = 0,475"  
 = 12,06 mm  
 = 0,012 m

*Absorbed impact energy*

- *Absorbed impact energy* = 7,49 KJ

The impacting force caused by the hydrodynamic mass

= 653,83 KN

The absorbed energy of the hydrodynamic mass ( $E_a$ )

$$E_a = 2,97787 \text{ KJ} < 21,3746 \text{ KJ}$$

The absorbed energy is the maximum of  $E_d$  and  $E_a$ , di mana

$$E_s = 7,49 \text{ KJ}$$

- Pull-over Load

*Dimensionless height*

$$H = \frac{H_{sp} + \frac{OD}{2} + 0,2}{B}$$

Di mana:

$$H_{sp} \text{ (span height)} = 0$$

$$OD = 762 \text{ mm} = 0,762 \text{ m}$$

$$B = \text{half height} = 0,55 \text{ m}$$

$$H = \frac{0 + \frac{0,762}{2} + 0,2}{0,55} = 1,056$$

*Stiffness is estimated as*

$$K_w = \frac{3,5 \times 10^7}{L_w} = 583,33 \text{ KN}$$

*The maximum pull over force becomes*

$$\begin{aligned} F_p &= C_f \times V (m \times K_w)^{0,5} \\ &= 482,59 \text{ KN} \end{aligned}$$

The corresponding maximum downward acting force becomes

$$\begin{aligned} F_z &= F_p (0,2 \times 0,8e^{-2,5H}) \\ &= 112 \text{ KN} \end{aligned}$$

#### 4.5.4.2 Dragged Calculation

Maka besarnya energi yang bekerja pada saat *pull over* dapat dihitung dengan persamaan:

$$E = Fz \times s \rightarrow S = V \times t = 0,6 \text{ m} \\ = 71,10 \text{ KJ}$$

*Hooking*

*The pipeline has no free span, therefore only part penetration of a board has to be considered*

Load factor = 1

Maximum lifting height

$$Hl = 0,7 B - 0,3 OD \\ = 0,61 \text{ m}$$

Besarnya energy yang bekerja pada saat *hooking*

$$E = Ep + Ek \\ = (ma \times g \times Hl) + (0,5 \times ma \times V^2) \\ = (2760,6 \times 9,81 \times 0,61) + (0,5 \times 2760,6 \times 1,29^2) \\ = 16519,706 + 2296,957 \\ = 18816,66 \text{ J} \\ = 18,816 \text{ KJ}$$

Jadi total energy

$$E \text{ total} = E \text{ impact} + E \text{ pull-over} + E \text{ hooking} \\ = 7,49 + 71,10 + 18,816 \\ = 97,406 \text{ KJ}$$

Analisa perhitungan besarnya energi yang bekerja pada kapal (Thrust)

Asumsi data kapal

$$\begin{aligned} L (Lpp) &= 80 \text{ m} \\ B &= 10 \text{ m} \\ T &= 4,5 \text{ m} \\ H &= 6 \text{ m} \\ Cb &= 0,66 \\ Vs &= 2.5 \text{ knots} \end{aligned}$$

Engine power= 2.011 HP



Besarnya energi tarikan yang bekerja = 38,25 KJ

Besarnya energi yang bekerja pada rantai

Chain mass = 1500 Kg

Berat chain (w) =  $m \times g = 1500 \times 9,81 = 14715 \text{ N}$

$F = T = w \sin 90$

= 14715 sin 90

= 14715 N

Maka besarnya energi yang bekerja pada rantai adalah:

$E = F \times s$

=  $14715 \times 0,6 = 8829 \text{ N}$

= 8829 J = 8,83 KJ

Jadi total energi yang bekerja pada pipa =

$E_{\text{total}} = E + E_{\text{thrust kapal}} + E_{\text{chain}}$

=  $97,406 + 38,25 + 8,83 = 144,486 \text{ KJ}$

**Jadi kecepatan kapal yang bekerja dekat dengan Existing Pipelines harus dibawah 2,5 knots atau < 4,63 km/hr .**

#### **4.4.5 Seabed Soil Structure Slip Analysis**

##### **4.5.5.1 Offshore Pipeline Data**

Data tersedia untuk Offshore Pipelines adalah sebagai berikut:

- Offshore pipelines terdiri dari dua (2) pipa dengan diameter 42 inches atau 1,067mm.
- Untuk bagian pipelines yang dibentangkan saja pada dasar laut sampai ke SPM , elevasi dasar laut -13m sampai -32m, kemiringan dasar laut adalah sekitar 0.23%
- Untuk bagian pipelines yang harus ditanamkan pada dasar laaut hingga elevasi dasar laut - 13m, kemiringan dasar laut adalah sekitar 0.26%.
- Di atas elevasi 0.0 m , kemiringan dasar laut adalah sekitar 3.5%.
- Survei geofisik mengindikasikan bahwa ketebalan tanah permukaan dasar laut berupa lanau kepasiran (sandy silts) adalah antara 3m hingga 11m.

Seabed Soil Structure Slip Analysis ini dilakukan untuk melihat kondisi terburuk dimana terjadi tanah longsor disekitarnya , sehingga pipa menjadi menggantung melebihi Freespan Allowable. Reff. Kep Mentamben No. 300.K/38/M.PE/1997 tentang Keselamatan Kerja Pipa Penyalur Minyak dan Gas Bumi, bahwa dalam hal kedalaman dasar laut kurang dari 13 meter maka pipa harus ditanam sekurang-kurangnya 2 (dua) meter di bawah dasar laut (sea bed), serta dilengkapi dengan sistem pemberat agar pipa tidak tergeser atau berpindah, atau disanggah dengan pipa pancang.

Poulos (1988) merekomendasikan model infinite slope untuk analisis stabilitas untuk galian di tanah undrained clay :

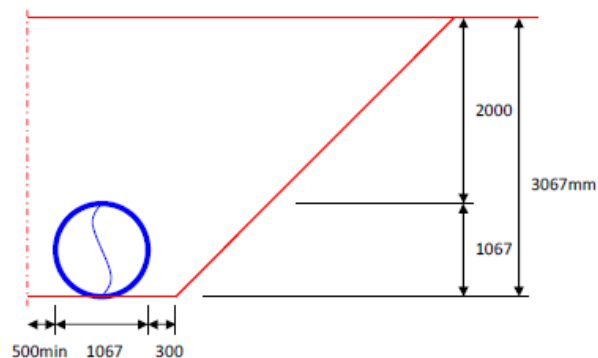
$$FS = (s_u / \sigma'_{vo}) (2 / \sin 2\alpha)$$

Dimana :

$(s_u / \sigma'_{vo})$  = kuat geser undrained ternormalisasi,

asumsi untuk tanah dasar laut antara 0.25 dan 0.30

$\alpha$  = kemiringan dinding

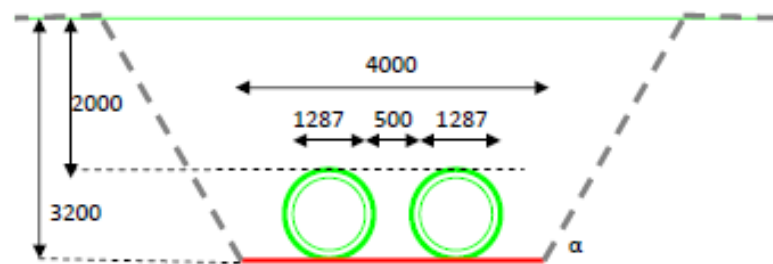


**Gambar 4.15. Geometri Umum Trenching Untuk Offshore Pipeline**

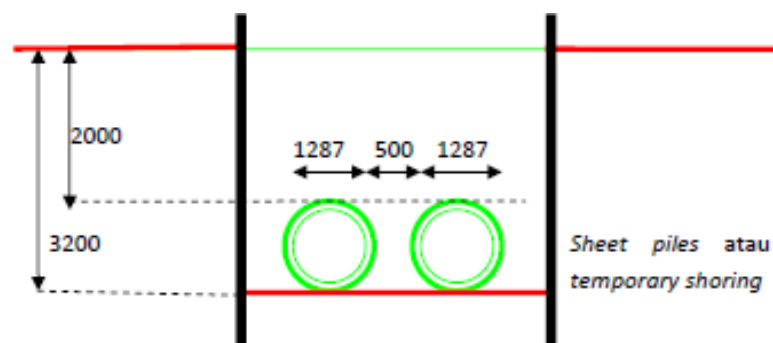
Geometry dasar untuk analisis trenching ditampilkan sebagai kedalaman minimum adalah 3,067mm dengan setengah-lebar dari dasar galian adalah 1,867mm. Berdasarkan kemiringan tersebut, setengahlebar dari permukaan dasar laut adalah antara 13.5m dan 11.1m. Dalam penelitian ini, panjang Offshore

Pipelines yang akan ditanam adalah sepanjang 5.143 km dari Landing Point ke arah laut. Pipa baru yang akan dipasang dengan diameter 42", pipa dilapisi beton setebal 110 mm yang berfungsi sebagai pelindung pipa dan pemberat agar tidak mengapung. Jarak antara 2 pipa mengacu ke DNV-OS-F101 diambil minimum 300 mm. Dalam kajian ini digunakan jarak antar pipa sejauh 0.5 m dan 3 m tergantung metode kerja.

Dalam penelitian ini, terdapat dua pilihan struktur parit yang dievaluasi, yaitu dengan menggunakan sheet pile dan tanpa sheet pile. Penerapan struktur tanpa sheet pile akan menggunakan kemiringan lereng ( $\alpha$ ) untuk menjaga stabilitasnya. Lebar dasar parit minimum yang dianggap diperlukan untuk pemasangan 2 buah pipa 42" adalah 4m. Untuk melaksanakan penggalian parit dengan menggunakan amphibious excavator yang bekerja di antara dua baris sheet piles, diperlukan jarak antar baris sheet piles sejauh 8 m untuk memungkinkan excavator selebar 5.25 m atau 5.85 m dapat bekerja di antara sheet piles.



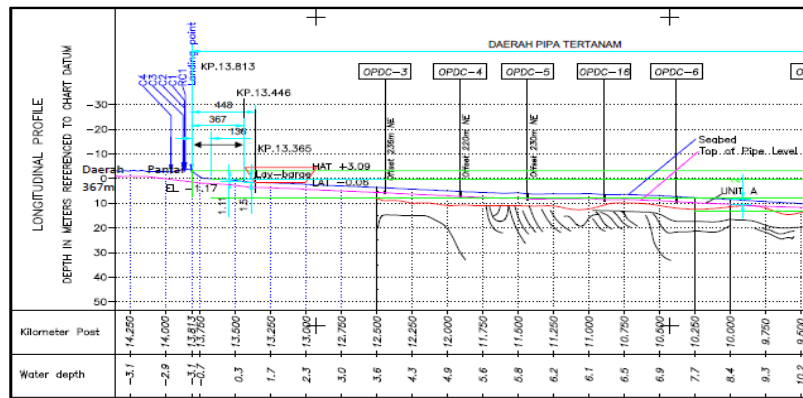
**Gambar 4.16. Posisi Pipa dan Bentuk Parit Tanpa Sheet Pile**



**Gambar 4.17. Posisi Pipa dan Bentuk Parit Dengan Sheet Pile**

Yang akan menjadi perhatian dalam kestabilan galian adalah daerah di mana air laut mengalami turbulensi yang dapat menggerus dasar laut dan mengakibatkan

sedimentasi parit. Turbulensi ini akan terjadi di area yang dibatasi oleh tempat pecahnya ombak pada saat surut sampai batas air laut pada saat pasang.



**Gambar 4.18. Penampang Area Pipa Tertanam**

Dari gambar diatas , maka ombak periode 1 tahun akan pecah di lokasi dengan jarak 367 m dari *Landing Point* ke arah laut . Lokasi ini diperhitungkan akan memiliki risiko kelongsoran galian dan sedimentasi yang tinggi.

Penggalian parit dari lokasi nearshore ke arah laut sampai kedalaman air 13m memerlukan evaluasi metode penggalian yang sesuai antara lain :

#### **Penggalian Dengan Excavator Dari Darat :**



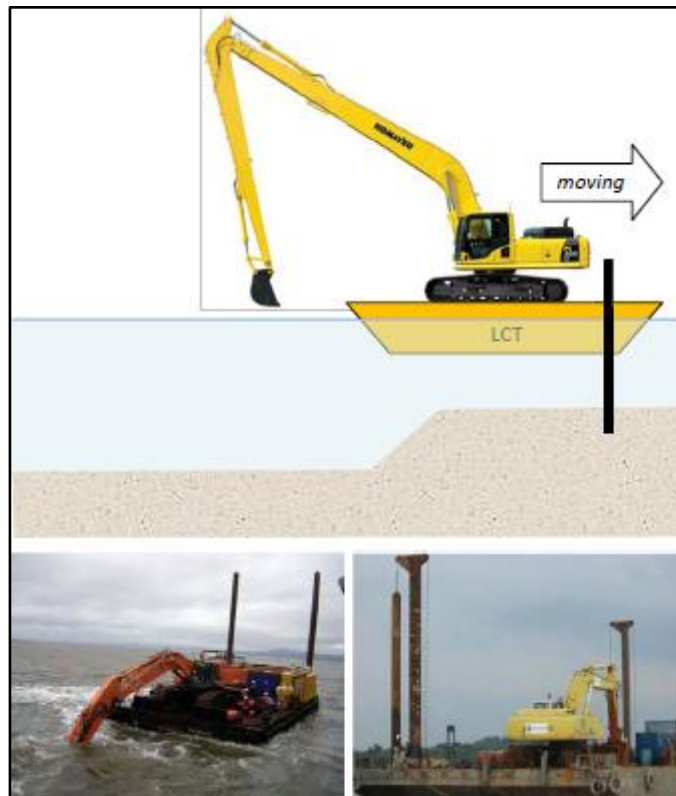
**Gambar 4.19. Penggalian Dengan Excavator Dari Darat**

Penggalian parit dengan menggunakan excavator biasa dapat dikerjakan di atas permukaan pasir pantai. Dengan mempelajari ketinggian pasang surut air laut, akan terdapat area sepanjang 136 m dari *Landing Point* ke arah laut yang paritnya

dapat digali secara langsung dari darat. Crossing pipa di pantai yang akan dilewati excavator atau alat berat lainnya dapat diproteksi secara lokal dan hanya di daerah yang kering. Kelemahannya adalah terdapat risiko pengurugan kembali lubang parit yang dibuat dalam media pasir yang mengalami pasang surut air laut.

**Penggalian Dengan Excavator Diatas LCT :**

Penggalian dengan menggunakan excavator di atas LCT atau ponton merupakan salah satu alternatif. Jenis excavator ini masih efektif bekerja di lokasi pantai yang kering dan di daerah yang terendam air sampai sekitar 2m. Untuk kedalaman air laut yang lebih dari 2m, excavator memerlukan bantuan tug-boat untuk bergeser dan memiliki kemampuan terbatas dalam penggalian pasir padat yang diprediksi terdapat di jalur penggalian parit.



**Gambar 4.20. Penggalian Dengan LCT & Long Arm Excavator**

**Hasil perhitungan freespan berdasar DNV Best Practices untuk berbagai pipeline segmen :**

Basic Formula :	
$L = \left( \frac{EI}{m_e} \right)^{0.25} \left( \frac{CV_R D}{2\pi U} \right)^{0.5}$	in which $E$ = modulus of elasticity; $I$ = bending moment of inertia of pipeline; $C$ = coefficient of seabed condition; and $V_R$ = reduced velocity defined according to Fredso and Sumer (1997) by
$V_R = \frac{U}{f_n D} \quad , \quad f_n = C \sqrt{\frac{EI}{m_e L^4}}$	in which $U$ = streamwise flow velocity (normal to the pipe); $D$ = outer diameter of pipe; $m_e$ = effective mass (including structural mass, mass of content and added mass); and $f_n$ = Natural Frequency of the pipe

Hasil perhitungan :

No	Diameter of Pipeline	Maximum Allowable Static Freespan (m)	Maximum Allowable Dynamic Freespan (m)
1	30 inch OD (Oil)	80 m	30 m
2	12 inch OD (Oil)	56 m	34 m
3	12 inch OD (Gas)	45 m	31 m

#### 4.4.6 Excavator Bucket Impact Analysis

##### 4.5.6.1 Onshore Pipeline Data

Data teknis Existing Pipelines :

- Diameter pipa : 30” API 5LX – X52 , 0,5” (thickness) SAW dengan total panjang 34 Km
- External Coating:
  - Coat and Wrap Coating, type coaltar 5/32 thickness
  - Concrete Coating 2 layers of 1 ½ “ x 1 ½ “ x 17 gauge hexagonal wire netting, 3,09” thickness.

#### 4.5.6.2 Bucket Impact Calculation

Besarnya energi tumbukan dari masing-masing kategori (dent/ diameter) tersebut tergantung dari data pipa dengan persamaan sebagai berikut :

$$E = 16 \times \left(\frac{2\pi}{9}\right)^{\frac{1}{2}} \times mp \times \left(\frac{D}{t}\right)^{\frac{1}{2}} \times D \times \left(\frac{\delta}{D}\right)^{\frac{2}{3}}$$

Di mana:

$Mp$  = momen dinding pipa =  $\frac{1}{4} \times Ty \times t^2$

→  $Ty$  = *Yield Strength* pipa = 52000 Psi =  $358 \times 10^6$  N/m<sup>2</sup>

$\delta$  = Kedalaman pipa penyok

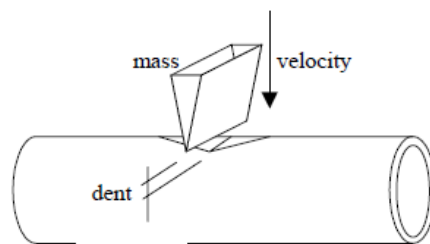
$t$  = Ketebalan pipa = 0,5" = 0,0127 m → asumsi remain  
*thickness due to pipe aging* adalah 5%

= 0,475" = 0,0121 m

$D$  = diameter pipa = 30" = 0,762 m

Jadi:

$$\begin{aligned} Mp &= \frac{1}{4} \times 358 \times 10^6 \times (0,0121)^2 \\ &= 13.104 \text{ N} \end{aligned}$$



Pipa yang Terkena Tumbukan Excavator  
(Sumber: DNV-RP 107)

Energi yang dapat diserap oleh lapisan beton (*concrete*) untuk menahan energi tumbukan benda dari luar adalah sebagai berikut:

$$E_k = Y \times b \times h \times X_o$$

Di mana:

- Y = tekanan lapisan beton =  $3 \times 35 \times 10^6 \text{ N/m}^2$   
 b = lebar dari luasan benda yang menumbuk lapisan pipa yaitu garpu (kuku) *excavator* = 5 cm = 0,05 m  
 h = panjang dari luasan benda yang menumbuk lapisan pipa yaitu garpu (kuku) *exacavator* = 8 cm = 0,08 m  
 X<sub>o</sub> = tebal lapisan beton (*concrete*) = 3,09" = 0,0785 m

Jadi:

$$\begin{aligned} E_k &= 3 \times 35 \times 10^6 \text{ N/m}^2 \times 0,05 \text{ m} \times 0,08 \text{ m} \times 0,0785 \text{ m} \\ &= 32970 \text{ Nm} \\ &= 32,97 \text{ kJ} = 33 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Besarnya energi tumbukan yang dapat mengakibatkan pipa penyok adalah sebagai berikut:

Untuk *Dent*/ Diameter ( $\delta$ ) = 5% = 0,05

Maka didapat besarnya energi tumbukan yang dapat mengakibatkan pipa penyok =

$$\begin{aligned} E &= 16 \times \left(\frac{2\pi}{9}\right)^{\frac{1}{2}} \times m_p \times \left(\frac{D}{t}\right)^{\frac{1}{2}} \times D \times \left(\frac{\delta}{D}\right)^{\frac{2}{3}} \\ E &= 16 \times \left(\frac{2 \times 3,14}{9}\right)^{\frac{1}{2}} \times 13.104 \times \left(\frac{0,762}{0,0121}\right)^{\frac{1}{2}} \times 0,762 \times \left(\frac{0,05}{0,762}\right)^{\frac{2}{3}} \\ &= 16 \times 0,835 \times 13.104 \times 7,934 \times 0,762 \times 0,16 \\ &= 169346,99 \text{ Nm} \\ &= 169,347 \text{ kJ} \\ &= 169 \text{ kJ} \end{aligned}$$



Demikian seterusnya untuk *Dent/* Diameter yang lainnya, setelah dihitung didapat:

Untuk *Dent/* Diameter ( $\delta$ )= 10% = 0,1 → E = 271,486 kJ = 272 kJ  
 = 15% = 0,15 → E = 356,229 kJ = 356 kJ  
 = 20% = 0,20 → E = 431,954 kJ = 432 kJ

Energi yang dihasilkan oleh garpu (kuku) pada *bucket excavator* pada tenaga maksimum dan dengan menggunakan data *excavator* sebagai berikut:

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

Type Excavator = PC 200

Bucket digging force at power maximum

= 16000 - 18000 kg  
 = dalam analis diambil nilai tengah  
 = 17000 Kg

- Pada kecepatan digging (v) = 5 m/det

$$E_k = \frac{1}{2} \times 17000 \times 5^2$$

$$= 212.500 \text{ J}$$

$$= 212 \text{ Kj}$$

- Pada kecepatan digging (v) = 5,5 m/det → Ek = 257 kJ
- Pada kecepatan digging (v) = 7,5 m/det → Ek = 478 kJ
- Pada kecepatan digging (v) = 10 m/det → Ek = 850 kJ

Hubungan Kecepatan dengan Energi yang Dihasilkan

No.	Kecepatan digging (v = m/det)	Energi yang dihasilkan (kJ)
1	5	212
2	5,5	257
3	7,5	478
4	10	850

Energi Vs *Damage Classification*.

N o.	Dent/ Diameter (%)	Energi tumbukan (kJ) pada permukaan pipa	Energy Impact Concrete (kJ)	Total Impact Energy (kJ)	Uraian kerusakan
1	< 5	< 169	33	< 202	Minor damage
2	5 – 10	169 – 272	33	202 – 305	Major damage Leakage anticipated
3	10 – 15	272 – 356	33	305 – 389	Major damage. Leakage and rupture anticipated
4	15 – 20	356 – 432	33	389 – 465	Major damage. Leakage and rupture anticipated
5	>20	>432	33	>465	Rupture

**Jadi kecepatan digging Excavator jika bekerja dekat Exsisting Pipelines harus < 5m/sec.**

#### **4.4.7 Fire Explosion Modeling**

##### **4.5.7.1 Tank Farm and Facility Data**

Data tersedia untuk Tank Farm & Facility adalah sebagai berikut :

- Tank Farm berkapasitas 8.050 MB ,terdiri dari 14 Tanki berbagai ukuran.
- Utilities meliputi Gas Turbine Generator dan HRSG Boiler
- Pump House terdiri dari pompa-pompa Transfer dan pompa-pompa blending
- Metering dipakai untuk takaran pengiriman minyak hasil blending.
- Elevasi lokasi tangki timbun berkisar antar +20.0 m hingga +30.0m, sedang elevasi terendah dari bangunan pelengkap adalah +18.0m .

Analisis Quantitatif terhadap timbulnya bahaya yang signifikan untuk Tank Farm & Facility antara lain :

- Hydrocarbon / crude tumpah keluar Tanki karena ; Tanki Korosi , Mechanical Failure, sehingga menyebabkan Spill Hazard (pencemaran) , Pool Fire (kebakaran) , atau Vapor Cloud Explosion / VCE ( ledakan) .
- Hydrocarbon / crude tumpah karena ; process equipment ( pompa, meetering, Flanges , Valves dll. ) mengalami mechanical failure / bocor , sehingga menyebabkan Spill Hazard (pencemaran) , Pool Fire (kebakaran) , atau Vapor Cloud Explosion / VCE ( ledakan) .

#### 4.5.7.2 Penentuan *Failure Scenario*

Beberapa pertimbangan yang digunakan untuk membuat skenario pemodelan pada Fire & Explosion Modelling , yaitu hal-hal yang umum terjadi yang menyebabkan fatality Tank Farm & Facility antara lain :

**Tabel 4.6. Human Factors Errors and Equipment Failure**

Cause	Causal Factors	Issues for Mitigation
Operational error	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Incorrect conditions for transfer</li><li>▪ Overfill</li><li>▪ Valves left open/shut</li><li>▪ Valves opened or shut at inappropriate times</li><li>▪ Not following SOP's</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Detection, Indication and response systems</li><li>▪ Manual versus Automatic Control</li><li>▪ Training of operators</li><li>▪ Review of SOPs'</li><li>▪ Auditing of SOP's</li></ul>
Maintenance error	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Hot work</li><li>▪ Lockout failure</li><li>▪ Work permit SOPs</li><li>▪ Work permit monitoring</li><li>▪ Hazardous zoning</li><li>▪ Inappropriate tools for zone</li><li>▪ Poor grounding</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Permit system use, compliance and audit</li><li>▪ Appropriate design</li><li>▪ Compliance and audit</li><li>▪ Introduction of electrostatic sources of ignition</li></ul>
Equipment and instrument failure	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Relief valve failure or accidentally opened</li><li>▪ Floating roof sunk</li><li>▪ Rusted valves and vents</li><li>▪ Indicator and detection failure</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Maintenance</li><li>▪ Training and auditing</li><li>▪ Water drainage and maintenance</li><li>▪ Corrosion of pontoon</li><li>▪ Design and maintenance</li></ul>

**Tabel 4.7. Failure Frequency Data :**

Equipment	Size	Basic Leak Freq (/yr)	Probability		
			7mm	52mm	77mm
			Small 0 ≤ d < 7	Medium 7 ≤ d < 52	Large ≥ 52
Filters	N/A	3,69E-03	0,73	0,22	0,05
Fin Fan Coolers	N/A	3,02E-03	0,83	0,16	0,01
Flanges	D ≤ 3"	3,87E-05	0,73	0,25	0,02
	3" < D < 11"	5,89E-05	0,73	0,16	0,11
	D ≥ 11"	1,08E-04	0,73	0,16	0,11
Heat Exchangers HC in Shell	N/A	5,36E-03	0,73	0,22	0,05
Heat Exchangers HC in Tube	N/A	4,18E-03	0,83	0,16	0,01
Process Piping	D ≤ 3"	2,40E-04	0,73	0,25	0,02
	3" < D < 11"	6,95E-05	0,73	0,16	0,11
	D ≥ 11"	7,33E-05	0,73	0,16	0,11
Pressure Vessel	N/A	2,48E-03	0,55	0,27	0,18
Pumps, Centrifugal, Booster	N/A	6,56E-03	0,83	0,15	0,02
Compressors / Centrifugal	N/A	8,30E-03	0,73	0,22	0,05
Valve Actuated Block	D ≤ 3"	1,20E-03	0,73	0,25	0,02
	3" < D < 11"	5,40E-04	0,73	0,16	0,11
	D ≥ 11"	9,18E-04	0,73	0,16	0,11
Valve Actuated Control	D ≤ 3"	1,57E-03	0,73	0,25	0,02
	3" < D < 11"	1,07E-03	0,73	0,16	0,11
	D ≥ 11"	1,39E-03	0,73	0,16	0,11
Valve Actuated ESDV	D ≤ 3"	2,70E-04	0,73	0,25	0,02
	3" < D < 11"	5,33E-04	0,73	0,16	0,11
	D ≥ 11"	5,79E-04	0,73	0,16	0,11
Valve Manual Block	D ≤ 3"	8,86E-05	0,73	0,25	0,02
	3" < D < 11"	1,17E-04	0,73	0,16	0,11
	D ≥ 11"	4,60E-04	0,73	0,16	0,11
Valve Manual Check / Non return valve	D ≤ 3"	1,43E-04	0,73	0,25	0,02
	3" < D < 11"	1,28E-04	0,73	0,16	0,11
	D ≥ 11"	1,07E-03	0,73	0,16	0,11
Wellheads	P < 5000psi	2,79E-03	0,74	0,23	0,03
	5000 < P < 10000psi	1,84E-03	0,74	0,23	0,03
	P > 10000psi	0,00E+00	#NUM!	#NUM!	#NUM!
Instruments/Small Bore Fittings	N/A	7,19E-04	0,77	0,22	0,01
Valve Actuated Relief	D ≤ 3"	7,69E-04	0,73	0,25	0,02
	3" < D < 11"	1,23E-03	0,73	0,16	0,11
	D ≥ 11"	0,00E+00	#NUM!	#NUM!	#NUM!
Pumps, Reciprocating	N/A	9,35E-03	0,74	0,21	0,05
Pig Launchers/ Receivers	N/A	3,05E-06	0,55	0,27	0,18
Tank Mixer	N/A	5,61E-02	0,73	0,16	0,11
Crude Tank Storage	N/A	3,02E-04	0,73	0,16	0,01

Release Rates (kg/s)	Immediate Ignition Probabilities	Delayed Ignition Probabilities	EXPLOSION PROBABILITIES	
			Release Rate	Explosion Prob
< 1	0,005	0,005	0-1 kg/s	0,04
1 to 50	0,015	0,015	1-50 kg/s	0,12
> 50	0,05	0,05	>50 kg/s	0,30

Refference : Cox, Lees and Ang (1990), Classification of Hazardous Locations

Release Category	Probability of Success Automatic Isolation	Release Category	Probability of Success Human Manual Isolation during Fire
Small leak	0.98	Small leak	0.8
Medium leak	0.98	Medium leak	0.4
Large leak	0.98	Large leak	0.01

Refference : Cox, Lees and Ang (1990), Classification of Hazardous Locations

**Tabel 4.8. Risiko yang umum terjadi pada Tankage System**

<b>Scenario including subsequent escalation</b>	<b>Common causes</b>	<b>Hazard Ranking</b>	<b>Common Protection methods</b>
Vapour cloud release that can escalate to a vapour cloud explosion (VCE)	Crack or rupture of gas pipelines or rom process upsets in a gas stripping facility (often during start up or shut down)	High	Manual dispersion of the gas cloud using water jets.  Blast walls around high hazard areas
A Tank rim fire that can escalate to a full surface fire and then boilover and or dike fires.	Lightning, maintenance errors , operations errors .  Boilover is due to accumulation of water or from fire fighting water accumulating in the base of the tank  Dike fires arising from a full surface fire occur from tank rupture or overfill from fire water and are likely to verspill the dike walls	High	Automatic foam and powder systems to prevent escalation to full surface fires.  Full surface fires and post boilover are: <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Allowed to burn out while protecting other tank surfaces andmoving product low in the tank toother tanks,</li><li>▪ Attacked with high capacity foam monitors while protecting other tank surfaces.</li></ul> Dike fires arising from tank rupture are attacked using high intensity foam monitors.
Fire Water Contamination of Ground water	Lack of fire water containment or treatment	High	Use of non-persistent and toxic foams and powders
Jet fires on pump and pipeline	Broken seals and glands and from cracks or rupture of pipelines or pump casings	Medium	Suppression of jet fires involves isolating the supply of fuel before using either powder or water mist extinguishment. Fixed water mist systems are usually used process areas
Pool fires around pump and pipeline	Broken seals and glands and from cracks or rupture of pipelines or pump casings	Medium	Suppression involves isolating the supply of fuel and using high expansion foam, powder or water mist system.
Vented fireball	Gas process flame out and re-ignition	Medium	Pressure relief valves and vents

	arising from process upsets.		to relieve over pressure.
Building fires	Electrical and gas equipment	Low	Detection and automatic suppression.  The type of system dependent on the type of hazard being protected

Berdasarkan data-data tersebut kelompok *Focus Group Discussion (FGD)* sepakat untuk membuat skenario *Fire Explosion Modeling (FEM)* sebagai berikut :

SKENARIO	DESKRIPSI FEM
S-01	Kebocoran terjadi pada Metering System
S-02	Kebocoran terjadi pada Inlet MOV Tangki
S-03	Kebocoran terjadi karena kebocoran Tangki
S-04	Kebocoran terjadi pada Transfer Pump

Perhitungan Frekuensi kejadian

Failure Cases	Failure Cases Description	Total Leak Freq (/yr)	Leak Frequency Summary (/yr)		
			Small (7mm Hole size)	Medium (52mm Hole Size)	Large (77mm Hole Size)
S-01	release from Metering System Crude Oil	5,87E-02	4,4E-02	1,1E-02	4,2E-03
S-02	release from inlet crude header up to MOV's inlet each Crude Tanks	5,10E-02	3,7E-02	8,2E-03	5,6E-03
S-03	release from crude oil tanks & associated piping (320-T-08 as a representative scenario)	6,26E-02	4,6E-02	1,0E-02	6,7E-03
S-04	release from transfer pumps up to u/s static mixer and d/s flushing pump	3,05E-01	2,3E-01	5,1E-02	2,2E-02

Source: Result from Part Count Analysis

Dalam penelitian ini frequency analysis akan menggunakan threshold acceptance criteria sebesar 1E-04/yr (atau 1 kali kejadian dalam kurun waktu 10,000 tahun) (Ref.Oil and Gas Producer (OGP) Safety Performance Indicator – 2008, Report No.419). Dengan demikian segala Outcome Event Frequency sebesar 1E-04/yr atau lebih besar akan dianggap sebagai skenario kredibel.

Namun untuk Outcome Event Frequency kurang dari 1E-04/yr akan dianggap sebagai skenario yang tidak kredibel .

Berdasarkan data tersebut , maka frekuensi outcome event tiap- tiap failure case scenario dapat ditampilkan sebagai berikut :

Skenario	Leaks	SPILL HAZARD	POOL FIRE	VCE
S-01	small	Tidak	Tidak	Tidak
	medium	Potensial terjadi	Tidak	Tidak
	large	Tidak	Tidak	Tidak
S-02	small	Tidak	Tidak	Tidak
	medium	Potensial terjadi	Tidak	Tidak
	large	Tidak	Tidak	Tidak
S-03	small	Tidak	Tidak	Tidak
	medium	Potensial terjadi	Tidak	Tidak
	large	Tidak	Tidak	Tidak
S-04	small	Potensial terjadi	Tidak	Tidak
	medium	Potensial terjadi	Tidak	Tidak
	large	Potensial terjadi	Tidak	Tidak

## FEM SCENARIO :



**Gambar 4.15. Fire Explosion Modeling Scenario**

SKENARIO	DESKRIPSI FEM
S-1	Kebocoran terjadi pada Metering System
S-2	Kebocoran terjadi pada Inlet MOV Tangki
S-3	Kebocoran terjadi karena kebocoran Tangki
S-4	Kebocoran terjadi pada Transfer Pump

## Hydrocarbon Data :



Crude Oil Azeri H dijadikan sebagai basis perhitungan untuk simulasi Fire Explosion Modelling (FEM).

CRUDE SPECIFICATION														
CRUDE	Type	API	SG	Kin. Visc (cSt)			S %wt	PP %	Hg ppm-wt	Asphaltenes %wt	Wax %wt	V ppm-wt	Ni ppm-wt	RVP psi
				70 °F	100 °F	122 °F								
Imported Crude														
ALC / Middle East														
	L/M/H													
Arabian Super Light	L	51.4	0.7736	1.51	0.76		0.05	-59.8				< 0.1	< 0.1	4.4
Arabian Extra Light	L	39.5	0.8175	5.02	2.79		1.07	-31				2.13	0.77	6.7
Arabian Light	L	33	0.8602	12.71	9.72		1.83	-25.6				16.2	4.33	4.4
Arabian Medium	M	31.1	0.8702	24.26	10.34		2.42	-83.2				26.07	7.85	5.8
Arabian Heavy	H	27.6	0.8894	53.26	21.37		2.94	-67				58.4	18.8	6
Sahara	L	45.2	0.8008	3.91 [68 °F]		2.25	0.078	64.4	N/A	N/A	N/A	2	2	9.44
Quefboe	M	36.9	0.84		5.19	4.51	0.12	60		0.02				5.1
Escravos	M	33.6	0.8573		4.75	4.05	0.14	35		0.15				3.4
Bony Light	M	32.7	0.862		3.79	2.98	0.167	10		0.02				4.92
Champion	M	28.3	0.8855		4.75	3.7	0.11	< 10						3.2
Tapis	M	46.1	0.7968		2.32	2.06	0.05	60		0.1				6.4
Sena	M	34.9	0.8502		2.79	2.24	0.07	50		0.02				3.79
Nile Blend	H	32.76	0.8614		41.15 [104 °F]	11.39 [158 °F]	0.045	91.4	< 0.25	0.09	30.9	0.1	5.4	< 0.14504
Azeri H	H	36.3	0.8432		5.99	5	0.164	20	0.04	0.01	29.3	0.02	3.18	5.1
Sarir	H	37.9	0.8353				0.13	75		0.29				2.9
Oman		32.95	0.8604	34.7 [50 °F]		9.3	1.14	-43.6		-	2			4.6
Bayra	L	30.2	0.8751	17.01 [68 °F]	12.27 [86 °F]	9.21 [104 °F]	2.93	< -70.6	0.001	-	-	46	13	-
				37 [est. @ 50 °F]		10.3	0.12	42.8		-	-	0.2	16	6.9
Cabinda		32.61	0.8622											
Kuwait		30.4	0.8740	19.25 [68 °F]	13.54 [86 °F]	9.96 [104 °F]	2.59	-70.6		2.3		35	11	-
Domestic Crude														
Ujung Pangkah	L	35.5	0.8471		N/A	3.221	0.251	59	0.005	0.12	11.5	1	3	6.5
Tanggul Cond.	L	44.4	0.8044	1.207 [68 °F]	0.918 [104 °F]		0.0384	21.2	< 0.001	N/A	N/A	< 1	< 1	N/A
Bontang Cond. (BRC)	L	74.2	0.6879	0.45		0.34	< 0.01	< -50	0.0001	N/A	N/A	N/A	N/A	10.2
Belanak	M	47.5	0.7906		4.45	3.4	0.073	80	0.3325	0.06	28.8	0.04	0.12	4.6
Mudi	M	40.8	0.8212		2.35	2.09	0.12	55	N/A	0.18	11.5	0.47	0.47	4.3
Banyu Urip (Cepu)	M	32.6	0.8623		11.23	6.051	0.172	80	0.04036	0.31	29.9	0.81	0.38	2.1
Lutibarang	H	36.7	0.8414		5.09	3.86	0.119	85	N/A	0.029	15.94	0.1	1.26	4

Untuk keperluan kalkulasi software ALOHA, maka dilakukan perbandingan spesifikasi hidrokarbon yang dapat mewakili Crude Oil properties tersebut. Data perbandingan masing – masing hidrokarbon dapat dilihat pada tabel dibawah ini

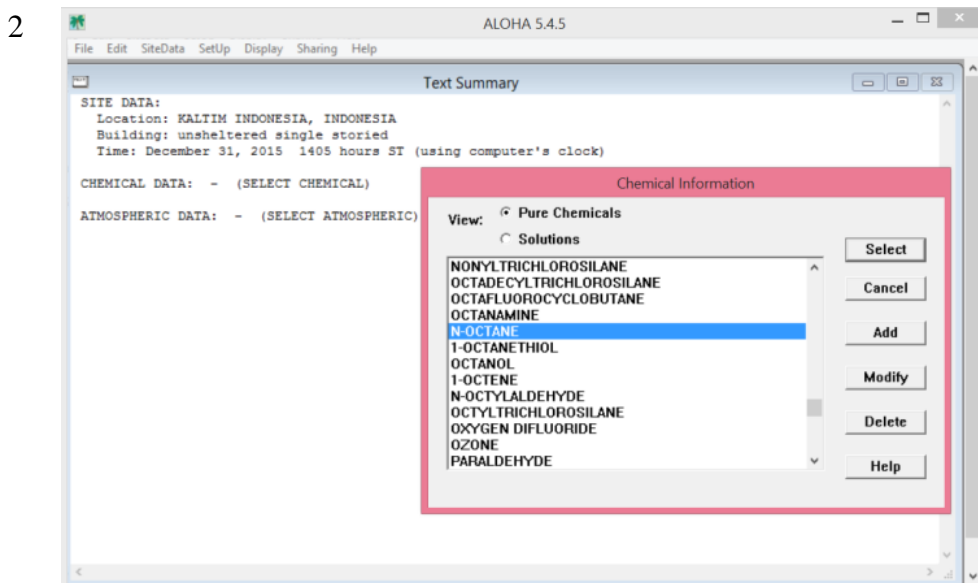
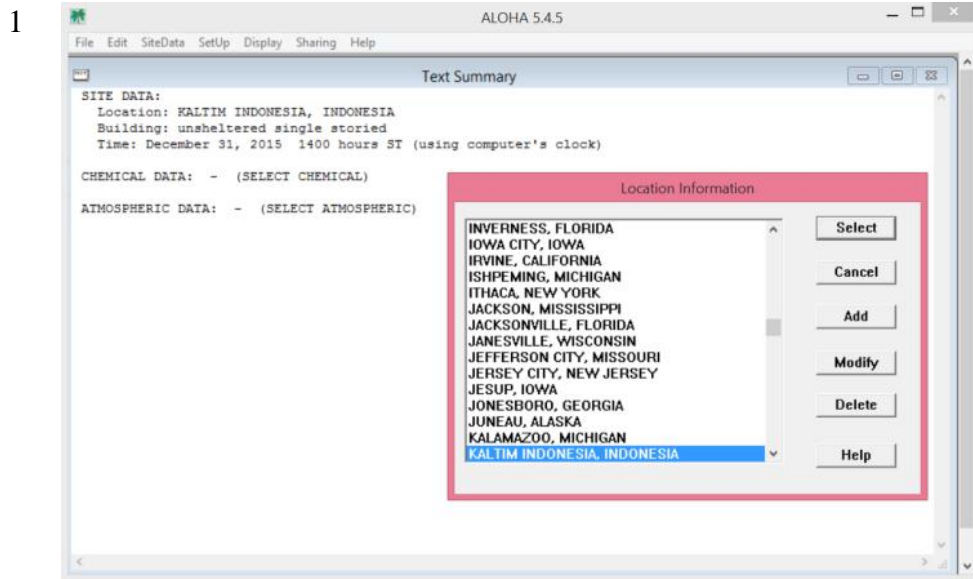
Specific Gravity and Viscosity of Liquids								
Liquid	Boiling point at atm press	Specific gravity			Viscosity			
		Temp		Based on water = 1 at 60°F	Temp		centistokes	SSU
		°F	°C		°F	°C		
Hexane-n	155.7°F 68.7°C	60	15.6	0.664	0 100	-17.8 37.8	0.683 0.401	
Heptane-n	209.2°F 98.4°C	60	15.6	0.688	0 100	-17.8 37.8	0.928 0.511	
Octane-n	258°F 125.6°C	60	15.6	0.7069	0 100	-17.8 37.8	1.266 0.645	31.7
Nonane-n	302°F 150.7°C	60 68	15.6 20	0.7218 0.718	0 100	-17.8 37.8	1.728 0.807	32
Decane-n	343°F 173°C	60	20	0.73	0 100	17.8 37.8	2.36 1.001	34 31

Dari kelima type liquid hidrokarbon diatas, terlihat bahwa Nonane-n dan Decane-n yang mendekati Crude Oil properties, namun kedua type liquid hidrokarbon ini kurang dapat untuk mengakomodir keperluan simulasi dari dua end event yaitu gas explosion dan gas dispersion. Dengan mempertimbangkan hal tersebut diatas, maka diputuskan dalam penelitian ini untuk menggunakan Octane-n sebagai

representative material untuk keperluan simulasi FEM karena paling dapat mengakomodir dari sisi ekuivalansi terhadap Crude Oil Specification dan sisi keperluan end event simulasi.

#### 4.5.7.3 ALOHA Entry Data

Scenario 1 : Kebocoran di metering , minyak tumpah sejumlah 400 ltr , dan menyebabkan pool / puddle area seluas  $5\text{m} \times 5\text{m} = 25\text{ m}^2$



3

ALOHA 5.4.5

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

Text Summary

SITE DATA:  
 Location: KALTIM INDONESIA, INDONESIA  
 Building: unsheltered single storied  
 Time: December 31, 2015 1405 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:  
 Chemical Name: N-OCTANE  
 PAC-1: 300 ppm PAC-2: 385 ppm  
 IDLH: 1000 ppm LEL: 9600 ppm  
 Ambient Boiling Point: 125.7° C  
 Freezing Point: -56.8° C

ATMOSPHERIC DATA: - (SELECT ATMOSPHERIC)

Atmospheric Options

Wind Speed is : 16 knots mph meters/sec Help

Wind is from : S Enter degrees true or text (e.g. ESE)

Measurement Height above ground is: Help  
 OR enter value : 5 feet meters

Ground Roughness is : Help  
☒ Open Country OR ☐ Input Roughness [Z0]:  
☐ Urban or Forest  
☐ Open Water

Select Cloud Cover : Help  
☒ complete cover ☐ partly cloudy ☐ clear  
 OR enter value : 5 [0 - 10]

OK Cancel

4

ALOHA 5.4.5

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

Text Summary

SITE DATA:  
 Location: KALTIM INDONESIA, INDONESIA  
 Building: unsheltered single storied  
 Time: December 31, 2015 1407 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:  
 Chemical Name: N-OCTANE  
 PAC-1: 300 ppm PAC-2: 385 ppm  
 IDLH: 1000 ppm LEL: 9600 ppm  
 Ambient Boiling Point: 125.7° C  
 Freezing Point: -56.8° C

ATMOSPHERIC DATA: - (SELECT ATMOSPHERIC)

Atmospheric Options 2

Air Temperature is : 33 Degrees F C Help

Stability Class is : Help A B C D E F Override

Inversion Height Options are : Help  
☒ No Inversion ☐ Inversion Present, Height is : feet meters

Select Humidity : Help  
☒ wet ☐ medium ☐ dry  
 OR enter value : 50 % [0 - 100]

OK Cancel

5

ALOHA 5.4.5

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

Text Summary

**SITE DATA:**  
 Location: KALTIM INDONESIA, INDONESIA  
 Building Air Exchanges Per Hour: 1.58 (unsheltered single storied)  
 Time: December 31, 2015 1411 hours ST (using computer's clock)

**CHEMICAL DATA:**  
 Chemical Name: N-OCTANE Molecular Weight: 114.23 g/mol  
 PAC-1: 300 ppm PAC-2: 385 ppm PAC-3: 5000 ppm  
 IDLH: 1000 ppm LEL: 9600 ppm UEL: 65000 ppm  
 Ambient Boiling Point: 125.7° C  
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.029 atm  
 Ambient Saturation Concentration: 28,574 ppm or 2.86%

**ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)**  
 Wind: 16 knots from S at 5 meters Cloud Cover: 5 tenths  
 Ground Roughness: open country Stability Class: D  
 Air Temperature: 33° C Relative Humidity: 50%  
 No Inversion Height

**SOURCE STRENGTH: - (SELECT SOURCE)**

**Puddle Input**

Puddle ☒ area ☐ diameter is: 25 square ☐ feet  
☐ yards ☒ meters

Select one and enter appropriate data

☒ Volume of puddle  
☐ Average depth of puddle  
☐ Mass of puddle

Volume is: 400 ☐ gallons ☒ liters  
☐ cubic feet ☐ cubic meters

OK Cancel Help

6

ALOHA 5.4.5

File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help

Text Summary

**SITE DATA:**  
 Location: KALTIM INDONESIA, INDONESIA  
 Building Air Exchanges Per Hour: 1.58 (unsheltered single storied)  
 Time: December 31, 2015 1411 hours ST (using computer's clock)

**CHEMICAL DATA:**  
 Chemical Name: N-OCTANE Molecular Weight: 114.23 g/mol  
 PAC-1: 300 ppm PAC-2: 385 ppm PAC-3: 5000 ppm  
 IDLH: 1000 ppm LEL: 9600 ppm UEL: 65000 ppm  
 Ambient Boiling Point: 125.7° C  
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.029 atm  
 Ambient Saturation Concentration: 28,574 ppm or 2.86%

**ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)**  
 Wind: 16 knots from S at 5 meters Cloud Cover: 5 tenths  
 Ground Roughness: open country Stability Class: D  
 Air Temperature: 33° C Relative Humidity: 50%  
 No Inversion Height

**SOURCE STRENGTH:**  
 Burning Puddle / Pool Fire  
 Puddle Area: 25 square meters Puddle Volume: 400 liters  
 Initial Puddle Temperature: Air temperature  
 Flame Length: 11 meters Burn Duration: 2 minutes  
 Burn Rate: 130 kilograms/min  
 Total Amount Burned: 278 kilograms

**THREAT ZONE:**  
 Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire  
 Red : 18 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)  
 Orange: 22 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)  
 Yellow: 30 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

#### THERMAL EFFECT CRITERIA :

Radiation Intensity	Observed Effect
37.5	Sufficient to cause damage to process equipment
12.5	Minimum energy required for piloted ignition of wood, melting of plastic tubing
4.7	Sufficient to cause pain to personnel if unable to reach cover within 20s however blistering of the skin (2nd degree burn) is likely; 0% lethality

NOTE : Radiation Intensity (kW/m2)(excluding solar radiation 1kW/m2)

Source: World Bank, 1985

#### EXPLOSION EFFECT CRITERIA :

Overpressure (psi)	Observed Effect
1.5	Cladding blown off and repairable damage to building
2.9	Blow personnel leading to fatality
5	Process Plant and within module ruptured; process plant and building in neighbouring modules damaged; 50% chance of ESDV closure failing

Source: Guide to Offshore QRA, CMPT

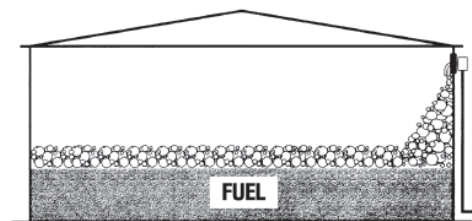
#### 4.5.7.4 Hasil Analisis *Fire Explosion Modeling (FEM)*

Berdasarkan hasil simulasi menunjukkan bahwa untuk menghindari potensi bahaya jika terjadi kebakaran (Pool Fire) dapat dirangkum sebagai berikut :

Scenario	Jarak aman minimum terhadap manusia	Jarak aman minimum terhadap peralatan
S-01 (Metering)	30 meter	6 meter
S-02 (MOV Tangki)	20 meter	4 meter
S-03 (Tangki terbakar)	80 meter	30 meter
S-04 (Pompa)	30 meter	6 meter

Berdasarkan Analisis tersebut , maka Safeguarding system yang harus disiapkan adalah sebagai berikut :

1. Disetiap Tangki harus dipasang Foam Chamber System





2. Disiapkan Fire Estringuisher system lengkap dengan Foam yang mencukupi



3. Portable Foam System & 3 Unit Fire Trucks



4. Dry Powder portable , dan ditempatkan di tempat yang strategis.



5. Water Sprinkler System



## 4.5 Hasil Penelitian

### 4.5.1 Single Point Mooring (SPM 3200 DWT)

No	Hazard (Bahaya)	Safe Guard Required	Mitigasi Risiko
1	SPM berpotensi ditabrak tanker atau kapal lainnya dan mengalami (leaks, floating hose), sehingga mengakibatkan terlepasnya minyak ke laut dan berdampak pada proses bisnis, pencemaran lingkungan, aset dan reputasi, serta berpotensi terjadinya kebakaran.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Pemasangan alat bantu navigasi dekat SPM</li> <li>b. 2(Dua) unit Tug Boat penarik Oil Boom</li> <li>c. 1(satu) unit Tug Boat pengumpul minyak yang tercecer</li> <li>d. 1(satu) Unit Fire Fighter Boat</li> <li>e. Oil boom sepanjang 3750 meter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Design Cosideration terkait dengan arah angin, arus dan pasang surut.</li> <li>b. Design Specification SPM sesuai standard.</li> <li>c. PM/PdM rutin : Internal inspection; anchor leg/chain; anchor block; corrosion protection.</li> <li>d. Membuat Prosedur Tanggap Darurat, dan selalu mengupdate setiap 3 bulan.</li> <li>e. Melakukan Emergency Drill secara rutin.</li> </ul>
2	SPM berpotensi mengalami kerusakan diakibatkan terorisme atau kerusuhan sosial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Security Equipments</li> <li>b. CCTV monitor jarak jauh</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Membentuk Organisasi Penanggulangan Keadaan Darurat melibatkan seluruh stakeholders.</li> <li>b. Melakukan Patroli laut rutin</li> <li>c. Mengklasifikasikan area tersebut menjadi daerah terlarang dan operasi terbatas.</li> </ul>

### 4.5.2 Offshore Pipelines

No	Hazard (Bahaya)	Safe Guard Required	Mitigasi Risiko
1	Existing Pipeline (milik Pertamina dan Chevron) berpotensi mengalami rusak akibat drop object hingga bocor saat pemasangan pipa baru yang berakibat pada terlepasnya minyak	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Sonar magnetic metal detector Equipments.</li> <li>b. Temporary Oil Boom</li> <li>c. Berat benda-benda yang diangkat max. 7.8 Ton, Berat Anchor Lay</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Membuat prosedur Anchorage pada tahapan konstruksi.</li> <li>b. Memilih tenaga kerja yang berpengalaman di bidang Offshore piping Installation.</li> <li>c. Melakukan pemeriksaan kelayakan peralatan dan alat bantu untuk Offshore</li> </ul>

	kelaut shg terjadi pencemaran lingkungan dan terhentinya operasi.	Barge max. 7.8 Ton	Works. d.Membuat Prosedur Tanggap Darurat, untuk konstruksi. e.Melakukan Safety Talk rutin setiap works group, setiap pagi dan sore
2	Trenching pipa yang baru berpotensi menyebabkan seabed dibawah pipa existing longsor dan pipa menggantung melebihi allowable free span (terutama mulai Landfall sampai kedalaman laut 13m , dimana pipa baru harus tertanam) sehingga pipa existing buckling, atau membentur pipa baru dan bocor.	a. Diving Equipments b. Under water CCTV monitor c. Sheet piles	a. Menyiapkan prosedur detail trenching dan perangkat control-nya sesuai perhitungan desain, sehingga operasi Lay Barge saat aktivitas trenching aman. b. Melakukan underwater inspection dan memastikan bahwa freespan yang terjadi tidak melebihi Maximum Allowable Freespan bagi masing-masing pipeline. c. Jika secara perhitungan akan terjadi longsor, maka harus disiapkan temporary sheetpile untuk menahan seabed settlement.

#### 4.5.3 Onshore Pipelines

No	Hazard (Bahaya)	Safe Guard Required	Mitigasi Risiko
1	Cathodic protection pipa baru dan Existing pipeline 30" yang menggunakan cathodic protection impressed current berpotensi timbul over stray current sehingga sacrificial anode lebih cepat tergerus, habis dan menimbulkan korosi pipa .	a. Pipe coat & Insulations b. Cathodic Protections	a. Pipeline layout and spacing design specification sesuai dengan code & standard ASME B.3.14. b. Memberikan physical barrier (coating/isolasi) c. PM/PdM rutin : pigging, wall thickness , cathodic protection.



2	Pembenaman pipa baru menggunakan Excavator ,berpotensi membentur pipeline existing pada road crossing atau pipa, Sehingga bocor dan berakibat terjadinya tumpahan minyak, penyebaran gas , kebakaran,ledakan ,kecelakaan, cidera, dan protes masyarakat.	a. Kecepatan digging Excavator jika bekerja dekat Existing Pipelines harus < 5m/sec. b. Posisi Excavator harus stabil	a. Membuat prosedur penggalian pada tahapan konstruksi. b. Memilih tenaga kerja yang berpengalaman di bidang penggalian & piping Installation. c. Melakukan pemeriksaan kelayakan peralatan dan alat bantu untuk penggalian. d. Membuat Prosedur Tanggap Darurat, untuk konstruksi. e. Melakukan Safety Talk rutin setiap works group, setiap pagi dan sore
3	Pipeline berpotensi gagal karena pencurian yang mengakibatkan pipa bocor Sehingga mengakibatkan terhentinya operasi , tumpahan minyak, ,kecelakaan/cidera, dan pencemaran lingkungan	a. Security Equipments b. CCTV monitor jarak jauh	a. Melakukan Patroli keamanan jalur pipa rutin b. Membentuk Organisasi penanggulangan Keadaan Darurat melibatkan seluruh stakeholders. c. Mengklasifikasikan area tersebut menjadi daerah terlarang dan operasi terbatas. d. Melakukan Emergency Drill secara rutin.

#### 4.5.4 Tank Farm & Facility

No	Hazard (Bahaya)	<i>Safe Guard Required</i>	Mitigasi Risiko
1	Jarak antar tanki yang terlalu dekat, jika terjadi kebakaran pada salah satu tanki timbun berpotensi meluas ke tanki yang lain, sehingga berakibat terjadinya major loss, business interruption, oil spill, fire.	a. Fire Extinguisher System b. 3(tiga) unit Fire Water Truck c. Fire Pumps d. Portable Foamfatale system	a. Design Lay out, spacing , bundwall dan water sprinkle sesuai dengan API-650. b. Membuat Prosedur Tanggap Darurat, dan selalu mengupdate setiap 3 bulan. c. Melakukan Emergency Drill secara rutin.
2	Instalasi pipa dan valve yang terlalu dekat satu	a. Portable Foam System	a. Piping layout and spacing design specification sesuai dengan code & standard

	dengan yang lain menyulitkan maintenance dan pengoperasian sehingga berpotensi kecelakaan kerja.	b. Portable powder system	ASME B.3.13. b. PM/PdM rutin : wall thickness ,cathodic protection.
3	Korosi pada tanki timbun menyebabkan bocor dan berakibat terjadinya oil spill, loss of product, kebakaran, kecelakaan dan pencemaran lingkungan	a. Tank Bundwall design b. Fire Extinguisher System c. Water Sprinkle	a. Design Tanki sesuai dengan API-650. b. Melakukan PM/PdM rutin : wall thickness dan cathodic protection.
4	Kegagalan mechanical integrity perpipaan, metering package, pompa dan pengoperasian berakibat tumpahnya minyak ke tanah sehingga terjadi oil spill, loss of product, kebakaran, kecelakaan dan pencemaran lingkungan	a. Metering Bundwall b. Pump Bundwall c. Portable Foam System d. Memasang water Sprinkle	a. Design Cosideration Pompa, Metering system ,berikut pemipaan, sistem Control dan Valve sesuai standard b. PM/PdM rutin : vibrasi, wall thickness, proofing, kalibrasi c. Membuat Prosedur Tanggap Darurat, dan selalu mengupdate setiap 3 bulan. d. Melakukan Emergency Drill secara rutin.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Fenomena yang selalu muncul pada setiap Pembangunan Proyek Migas adalah risiko Kecelakaan Kerja dan risiko Pencemaran Lingkungan. Setiap Risiko dapat diidentifikasi, dievaluasi secara kualitatif dan diukur secara kuantitatif sebagai upaya melakukan mitigasi mengantisipasi terjadinya risiko tersebut.

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian karya ilmiah ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian membuktikan bahwa Metodologi hipotesis Identifikasi Risiko (*Risk Identification*) melalui proses *Focus Group Discussion (FGD)* dengan melibatkan orang-orang yang kompeten dibidangnya ,mampu memberikan data empiris untuk mengidentifikasi, menganalisa dan mengevaluasi timbulnya risiko pada Proyek Pembangunan Terminal dan Tangki Minyak Mentah di Kalimantan Timur, mulai fase konstruksi sampai dengan fase operasionalnya seperti :
  - a. Risiko SPM tertabrak atau tertarik kapal dan bocor
  - b. Risiko SPM terlepas dari Anchor Chainnya, sehingga under buoy hose (UBH) tertarik, robek dan bocor.
  - c. Risiko pipa offshore kejatuhan atau tertarik jangkar kapal sehingga bocor dan minyak tumpah ke laut .
  - d. Risiko sea bed slip (longsor) sehingga menyebabkan pipa existing menjadi menggantung atau terbentur dan bocor.
  - e. Risiko pipa onshore pipeline bocor karena tergaruk Excavator bucket saat penggalian paritan pipa .
  - f. Risiko kebocoran pada Tanki , pompa dan Metering sehingga minyak tumpah ,terbakar atau meledak.
2. Penelitian ini membuktikan bahwa Metodologi Analisis Kualitatif dan Analisis Kuantitatif terhadap Hazards yang telah diidentifikasi dengan memadukan data primer (hasil peninjauan lapangan) ,data sekunder, simulasi , dan *technical calculations* mampu memberikan data empiris untuk melakukan mitigasi guna mengantisipasi risiko-risiko tersebut antara lain :

- a. Menyiapkan safeguarding equipments (alat bantu navigasi, *Tug boats*, *Oil booms*, *CCTV monitor* jarak jauh, *sonar magnetic metal detector*, *diving equipments*, *underwater CCTV monitor*, *sheet piles* , *fire extinguisher system*, *Fire trucks*, *Foam system*, *bundwalls*, *water springkle systems* dll.)
- b. Melakukan Engineering Review sesuai *Code & Standard* dan *Field Considerations*.
- c. Menyiapkan detil prosedur pekerjaan-pekerjaan anchorage, pipe trenching, dan penggalian.
- d. Melakukan *safety talks* rutin setiap hari
- e. Menyiapkan prosedur keadaan darurat
- f. Melakukan Emergency Drill rutin
- g. Melakukan patroli keamanan onshore dan offshore.

## 5.2 Saran-Saran

1. Metodologi ini agar dapat dijadikan pedoman dan dimanfaatkan untuk setiap melakukan penilaian risiko terhadap suatu proyek konstruksi .
2. Metodologi ini perlu dikembangkan pada penelitian lanjutan misalnya untuk menciptakan formula *Clean Up Cost (USD)* VS kecepatan waktu penanganan tumpahan minyak untuk daerah Pantai Kalimantan Timur, dengan cara memadukan data *Clean up Cost/ Km<sup>2</sup> (USD)* Area tercemar , kecepatan penanganan tumpahan minyak (Hours), data Metocean .
3. Metodologi ini juga perlu dikembangkan pada penelitian lanjutan untuk daerah lain dengan karakteristik pantai berbeda, sehingga didapatkan hasil yang berbeda pula.
4. Dalam penelitian ini faktor risiko seperti ,gempa bumi walaupun sudah tertangkap dalam *Risk Identification* ,namun diabaikan karena daerah Kalimantan Timur bukan daerah gempa , namun apabila Metodologi ini akan digunakan untuk daerah yang lain (misalnya pantai Sulawesi Utara atau daerah pantai barat Bengkulu ), maka faktor gempa harus menjadi perhatian serius.

## KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Fenomena yang selalu muncul pada setiap Pembangunan Proyek Migas adalah risiko Kecelakaan Kerja dan risiko Pencemaran Lingkungan. Setiap Risiko dapat diidentifikasi, dievaluasi secara kualitatif dan diukur secara kuantitatif sebagai upaya melakukan mitigasi mengantisipasi terjadinya risiko tersebut.

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian karya ilmiah ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian membuktikan bahwa Metodologi hipotesis Identifikasi Risiko (*Risk Identification*) melalui proses *Focus Group Discussion (FGD)* dengan melibatkan orang-orang yang kompeten dibidangnya ,mampu memberikan data empiris untuk mengidentifikasi, menganalisa dan mengevaluasi timbulnya risiko pada Proyek Pembangunan Terminal dan Tangki Minyak Mentah di Kalimantan Timur, mulai fase konstruksi sampai dengan fase operasionalnya seperti :
  - a. Risiko SPM tertabrak atau tertarik kapal dan bocor
  - b. Risiko SPM terlepas dari Anchor Chainnya, sehingga under buoy hose (UBH) tertarik, robek dan bocor.
  - c. Risiko pipa offshore kejatuhan atau tertarik jangkar kapal sehingga bocor dan minyak tumpah ke laut .
  - d. Risiko sea bed slip (longsor) sehingga menyebabkan pipa existing menjadi menggantung atau terbentur dan bocor.
  - e. Risiko pipa onshore pipeline bocor karena tergaruk Excavator bucket saat penggalian paritan pipa .
  - f. Risiko kebocoran pada Tanki , pompa dan Metering sehingga minyak tumpah ,terbakar atau meledak.
2. Penelitian ini membuktikan bahwa Metodologi Analisis Kualitatif dan Analisis Kuantitatif terhadap Hazards yang telah diidentifikasi dengan memadukan data primer (hasil peninjauan lapangan) ,data sekunder, simulasi , dan *technical calculations* mampu memberikan data empiris untuk melakukan mitigasi guna mengantisipasi risiko-risiko tersebut antara lain :

- a. Menyiapkan safeguarding equipments (alat bantu navigasi, *Tug boats*, *Oil booms*, *CCTV monitor* jarak jauh, *sonar magnetic metal detector*, *diving equipments*, *underwater CCTV monitor*, *sheet piles* , *fire extinguisher system*, *Fire trucks*, *Foam system*, *bundwalls*, *water sprinkle systems* dll.)
- b. Melakukan Engineering Review sesuai *Code & Standard* dan *Field Considerations*.
- c. Menyiapkan detail prosedur pekerjaan-pekerjaan anchorage, pipe trenching, dan penggalian.
- d. Melakukan *safety talks* rutin setiap hari
- e. Menyiapkan prosedur keadaan darurat
- f. Melakukan Emergency Drill rutin
- g. Melakukan patroli keamanan onshore dan offshore.

HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur						
			SYSTEM : Tank Farm & Facility						
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment : Tangki dan Pompa				Design Intent :		
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE			NOTES and RECOMMENDATION		
				S	L	R			
GENERAL - Tank Farm & Facility									
1	Lay Out dan Orientasi Tangki	Jarak antar tangki ke tangki lainnya terlalu dekat	Jika salah satu Tangki mengalami kebakaran dapat mengganggu tangki lainnya, sehingga berpengaruh pada kerugian operasi, bisnis dan Lingkungan (tumpahan)	2	3	6	P	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Membuat desain spesifikasi fasilitas tank berikut kerangan isolasi, yaitu: jarak kerangan, jarak tangki, lokasi kerangan, yang sesuai b. Membuat Standar Operating Procedure (SOP), program pemeliharaan dan inspeksi tangki timbun c. Membuat SIMOPS pada saat pekerjaan pembangunan terminal minyak yang mencakup ijin kerja, pembagian daerah operasi kerja, dan lain-lain. d. Membuat Pre-Incident Planning dan Prosedur Tanggap Darurat. e. Menyediakan peralatan lindungan lingkungan untuk tanggap darurat tumpahan minyak. f. Melakukan Emergency Drill secara rutin pada masa konstruksi dan operasi.	
				4	5	20	E		
				4	4	16	A		
				3	3	9	R		
						12.5	Σ		
2	Lay Out dan Orientasi Tangki	Arrangement pipa dan valve satu dengan yang lain terlalu dekat , orientasi dengan pipa exsisting tidak tepat .	Piping dan valve sulit diakses, mengganggu pengoperasian dan perbaikan , sehingga berpengaruh pada kerugian operasi, bisnis dan Lingkungan (tumpahan)	2	2	4	P	Lihat referensi “Process Hazards - Hydrocarbon releases: fire, explosion, liquid spill” guna mendapatkan jarak minimum antar pipa dan valve , Lakukan simulasi Fire Explosion Model , hitung safeguarding untuk mengantisipasi risiko kebakaran , jarak peralatan, isolation valves.	
				2	2	4	E		
				3	2	6	A		
				2	2	4	R		
						4.4	Σ		

HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur						
			SYSTEM : Tank Farm & Facility						
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment : Tangki dan Pompa				Design Intent :		
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE			NOTES and RECOMMENDATION		
				S	L	R			
PROCESS HAZARD – Tank Farm Facility									
3	Kebocoran minyak : kebakaran, ledakan, tumpahan dan ceceran minyak	Terjadi kebocoran minyak karena Tangki rusak, misalnya korosi	Terjadi tumpahan minyak yang mengganggu operasi , sehingga berpengaruh pada kerugian , bisnis dan Lingkungan (tumpahan)	2	3	6	P	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Membuat desain spesifikasi fasilitas tank berikut kerangan isolasi, yaitu: jarak kerangan, jarak tanki, lokasi kerangan, yang sesuai b. Membuat Standar Operating Procedure (SOP), program pemeliharaan dan inspeksi tangki timbun d. Membuat Pre-Incident Planning dan Prosedur Tanggap Darurat. e. Menyediakan peralatan lindungan lingkungan untuk tanggap darurat tumpahan minyak. f. Melakukan Emergency Drill secara rutin pada masa konstruksi dan operasi.	
				2	4	8	E		
				4	4	16	A		
				3	3	9	R		
						8.9	Σ		
4		Terjadi kebocoran minyak karena process equipment rusak, misalnya : kebocoran pada pompa, metering skid, dll	Terjadi tumpahan minyak yang mengganggu operasi , sehingga berpengaruh pada kerugian , bisnis dan Lingkungan (tumpahan)	3	4	12	P	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Membuat spesifikasi desain paket Metering system /pompa berikut pemipaan, sistem kontrol dan kerangan isolasi b. Membuat prosedur pengoperasian Metering system /pompa dan program pemeliharaan dan inspeksi Metering system. c. Membuat Pre-Incident Planning dan Prosedur Tanggap Darurat. e. Melakukan Emergency Drill secara rutin pada masa konstruksi dan operasi.	
				3	2	6	E		
				2	3	6	A		
				3	3	9	R		
						8.7	Σ		



HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur					
			SYSTEM : Tank Farm & Facility					
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment : Tangki dan Pompa				Design Intent :	
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE				NOTES and RECOMMENDATION
				S	L	R		
5	Racun	Minyak mentah tidak termasuk kategory racun		1	1	1	P	NOTES: tidak relevan
				1	1	1	E	
				1	1	1	A	
				1	1	1	R	
						1	Σ	
6	Kebocoran gas ke atmosfir : Flare , venting	Tekanan dari process equipment melebihi yang ditentukan , seperti : compressor , kerusakan setting dll.	Tumpah mencemari Lingkungan	2	2	4	P	Tidak signifikan , karena sesuai aturan yang berlaku emisi udara dimonitor setiap saat.
				3	2	6	E	
				3	1	3	A	
				2	2	4	R	
						4.4	Σ	
7	Pencemaran air oleh cairan buangan	Air buangan yang tercemar dialirkan ke sungai atau terserap tanah	Sebagian minyak terikut air buangan, mengganggu Lingkungan dan merusak reputasi	2	2	4	P	Tidak signifikan , karena sesuai aturan yang berlaku air buangan difiltrasi dulu di unit CPI.
				2	3	6	E	
				3	1	3	A	
				2	1	2	R	
						4.2	Σ	
NON-PROCESS HAZARD -Tank Farm Facility								
8	Buildings: Akomodasi untuk kebutuhan Control Room	Asap masuk dalam bangunan	Membahayakan kesehatan pekerja di lingkungan Control Room	2	2	4	P	Tidak signifikan , karena control room tertutup rapat dan ada exhouser.
				2	1	2	E	
				2	2	4	A	
				2	1	2	R	
						3.2	Σ	

HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur					
			SYSTEM : Tank Farm & Facility					
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment :			Design Intent :		
			Tangki dan Pompa					
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE			NOTES and RECOMMENDATION	
				S	L	R		
9	Lab Building : gas/smoke ingress to safe area, fire escalate to safe area	Gas /Asap yang terlepas kedalam ruangan Laboratorium  Faktor kelalaian, Valve gas lupa ditutup dan gas masuk dalam ruangan Laboratorium	Menyebabkan timbulnya ledakan ataupun kebakaran  Membahayakan kesehatan pekerja di lingkungan Laboratorium	2	2	4	P	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Membuat Standar Operating Procedure (SOP),Laboratorium b. Membuat program pemeliharaan dan inspeksi peralatan Laboratorium
				2	2	4	E	
				3	2	6	A	
				2	2	4	R	
						4.4	Σ	
10	Energy: electricity, electric static, pressure, heat	Electric static discharge pada saat crude oil sampling	kebakaran tangki , tumpahan minyak	2	2	4	P	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Membuat Standar Operating Procedure (SOP), pengoperasian tangki b. Membuat program pemeliharaan dan inspeksi tangki timbun c. Membuat Pre-Incident Planning dan Prosedur Tanggap Darurat. d. Menyediakan peralatan lindungan lingkungan untuk tanggap darurat tumpahan minyak. e. Melakukan Emergency Drill secara rutin pada masa konstruksi dan operasi.
				3	2	6	E	
				2	2	4	A	
				3	2	6	R	
						4.8	Σ	
11	Storage and material handling	Chemical mengenai orang atau tercampur dalam air atau udara	meluaki orang , membuat air atau udara tercemar	2	2	4	P	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Membuat material berbahaya dengan MSDS yang jelas b. Membuat prosedur handling material berbahaya c. Menyediakan peralatan lindungan lingkungan untuk tanggap darurat d. Melakukan Emergency Drill secara rutin
				3	2	6	E	
				2	2	4	A	
				2	2	4	R	
						4.6	Σ	

HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur						
			SYSTEM : Tank Farm & Facility						
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment : Tangki dan Pompa				Design Intent :		
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE			NOTES and RECOMMENDATION		
				S	L	R			
NATURAL HAZARD - Tank Farm Facility									
12	Extreme Weather: high waves, heavy rain, lightning, thunderstorm	Tangki tersambar petir	Terjadi kebakaran dan tumpahan minyak yang mengganggu operasi , sehingga berpengaruh pada kerugian , bisnis dan Lingkungan .	2	3	6	P	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Membuat desain spesifikasi fasilitas tank anti petir. c. Membuat program PM/PdM yang baik. d. Membuat Pre-Incident Planning dan Prosedur Tanggap Darurat. e. Menyediakan peralatan lindungan lingkungan untuk tanggap darurat tumpahan minyak. f. Melakukan Emergency Drill secara rutin pada masa konstruksi dan operasi.	
				3	3	9	E		
				4	3	12	A		
				3	3	9	R		
						8.4	Σ		
13	Seismic activity, Volcano	Terjadi gempa	Tangki rusak , minyak tumpah	1	1	1	P	Kalimantan Timur bukan daerah gempa , Issue tidak Significant	
				1	1	1	E		
				1	1	1	A		
				1	1	1	R		
						1	Σ		
14	Landslides: erosion, earthquake, subsidence	Issue tidak significant		1	1	1	P	Kalimantan Timur bukan daerah sensitif terhadap erosi , Issue tidak Significant	
				1	1	1	E		
				1	1	1	A		
				1	1	1	R		
						1	Σ		

HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur							
			SYSTEM : Tank Farm & Facility							
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment :				Design Intent :			
			Tangki dan Pompa							
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE				NOTES and RECOMMENDATION		
				S	L	R				
EXTERNAL - Tank Farm Facility										
15	Security: riots, civil disturbance, threats, terrorism	Terjadi pencurian minyak dari tangki	Kerangan tangki dibuka paksa , minyak berhambur keluar, menyebabkan kebakaran,ledakan dan pencemaran	2	2	4	P	Rekomendasi pencegahan : a. Melakukan Patroli keamanan rutin b. Membentuk Organisasi Penanggulangan Keadaan Darurat melibatkan seluruh stakeholders. c. Mengklasifikasikan area tersebut menjadi daerah terlarang dan operasi terbatas. d. Melengkapi peralatan CCTV di beberapaa tempat		
				3	3	9	E			
				4	3	12	A			
				4	3	12	R			
						7.9	Σ			
16		Terjadi gangguan masyarakat saat pekerjaan konstruksi	Pekerjaan konstruksi terhambat, equipments rusak , hilang	2	2	4	P	Rekomendasi pencegahan : a. Melakukan Patroli keamanan rutin b. Membentuk Organisasi Penanggulangan Keadaan Darurat melibatkan seluruh stakeholders. c. Mengklasifikasikan area tersebut menjadi daerah terlarang dan operasi terbatas. d. Melakukan sosialisasi dengan masyarakat dan LSM sekitar.		
				3	2	6	E			
				2	2	4	A			
				3	2	6	R			
						4.8	Σ			
17	Other party activities, Third party activities: public activities, transportation, local industry	Aktivitas kampanye menjelang pemilu		1	1	1	P	Issue tidak significant		
				1	1	1	E			
				1	1	1	A			
				1	1	1	R			
						1	Σ			

HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur						
			SYSTEM : Tank Farm & Facility						
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment : Tangki dan Pompa				Design Intent :		
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE				NOTES and RECOMMENDATION	
				S	L	R			
18		Selama akativitas konstruksi proyek beberapa heavy equipment mengganggu operasional industri sekitar seperti debu ,kerusakan jalan, dll.	Asset damage dapat mengganggu proses bisnis	2	2	4	P	Rekomendasi pencegahan : a. Melakukan Patroli keamanan rutin b. Membentuk Organisasi Penanggulangan Keadaan Darurat melibatkan seluruh stakeholders. c. Mengklasifikasikan area tersebut menjadi daerah terlarang dan operasi terbatas. d. Melakukan sosialisasi dengan masyarakat dan LSM sekitar.	
				2	1	2	E		
				3	3	9	A		
				3	2	6	R		
						4.6	Σ		
WORKING ENVIRONMENT - Tank Farm Facility									
19	Operations failure: human error during operations and/or maintenance	Selama akativitas konstruksi proyek terjadi benda benda jatuh dll.	Asset damage dapat mengganggu proses bisnis	2	3	6	P	Rekomendasi pencegahan : a. Safety Talk setiap hari b. membuat jaring pengaman untuk tempat ketinggian c. Memeriksa kesehatan setiap pekerja yang akan bekerja di ketinggian d. Melakukan sosialisasi dengan dengan seluruh pekerja	
				2	1	2	E		
				2	2	4	A		
				1	2	2	R		
						4	Σ		
20		Selama akativitas konstruksi proyek terjadi kecelakaan lalu lintas dalam area proyek	Asset damage, injury, interrupted operations/business	3	2	6	P	Rekomendasi pencegahan : a. Safety Talk setiap hari b. Hanya yang memiliki SIM Proyek yang boleh mengendarai kendaraan c. Memeriksa kesehatan setiap pekerja yang akan mengemudi kendaraan berat.	
				1	3	3	E		
				1	2	2	A		
				3	1	3	R		
						4	Σ		

HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur					
			SYSTEM : Tank Farm & Facility					
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment :			Design Intent :		
			Tangki dan Pompa					
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE			NOTES and RECOMMENDATION	
				S	L	R		
21		Terjadi kecelakaan kerja saat aktivitas operations dan maintenance yang menyebabkan fatality , jatuh ,terkena benda panas dll.	kematian , kebakaran, operasi terganggu , bisnis terganggu , tumpahan minyak dll.	2	2	4	P	Rekomendasi pencegahan : a. Safety Talk setiap hari b. Melakukan program training HSE safe work practice c. Membuat safety signs, lighting, barriers, housekeeping,dll. d. Mengembangkan Emergency Respon Plan dengan melibatkan paramedic on-site, clinic, ambulance dll (Medivac) , dan melakukan excercise secara berkala
				1	3	3	E	
				2	3	6	A	
				2	3	6	R	
						4.3	Σ	
22	Physical: Corrosion	Tangki mengalami korosi pada bottom plate sehingga minyak tumpah	Operasi terganggu , bisnis terganggu , minyak mencemari tanah , potensi kebakaran.	2	2	4	P	Rekomendasi pencegahan : a. Melakukan pemeriksaan kualitas crude b. Melakukan program PM/PdM rutin c. Mengembangkan Emergency Respon Plan dengan melibatkan paramedic on-site, clinic, ambulance dll (Medivac) , dan melakukan excercise secara berkala
				2	2	4	E	
				2	3	6	A	
				2	2	4	R	
						4.4	Σ	
23	Atmosphere: ventilation, exhaust fumes, confined space	Ketika melakukan pemeliharaan tangki , orang yang bekerja tidak mengerti aturan dan bahaya masuk dalam Confined Space	Berpotesi terjadinya kecelakaan kerja Fatality , karena terhirup hawa racun	2	2	4	P	Rekomendasi pencegahan : a. Safety Talk setiap hari b. Melakukan program training HSE safe work practice c. Membuat safety signs, lighting, barriers, housekeeping,dll. d. Mengembangkan Emergency Respon Plan dengan melibatkan paramedic on-site, clinic, ambulance dll (Medivac) , dan melakukan excercise secara berkala
				2	2	4	E	
				3	1	3	A	
				2	2	4	R	
						3.8	Σ	

HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur					
			SYSTEM : Onshore Pipelines					
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment : Onshore Pipelines & Facility				Design Intent :	
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE			NOTES and RECOMMENDATION	
				S	L	R		
GENERAL - Onshore Pipelines								
1	Locations: layout dan Orientasi	Pipa yang baru berdekatan dengan pipa exsisting yang sedang beroperasi	Terdapat potensi terjadinya aliran stray current antar pipeline karena perbedaan penggunaan cathodic protection, dimana instalasi pipa baru 42” dirancang menggunakan Anoda Korban sementara pipa terpasang 30” menggunakan Impressed Current yang dapat menyebabkan tergerusnya Anoda Korban secara lebih cepat. terutama pada seksi river crossing dan road crossing.	2	2	4	P	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Menentukan jarak antar pipa dengan dampak minimum terjadinya stray current antar pipa dan sesuai dengan standard dan kode pemasangan instalasi pipa b. Menentukan jenis cathodic protection pada instalasi pipa baru yang mempunyai efek minimum terhadap korosi pipa. • Memberikan pembatas fisik antar jaringan pipa yang berdekatan untuk mengurangi dampak rusaknya proteksi korosi jaringan pipa. c. Menentukan rancangan spesifikasi jaringan pipa pada daerah penyebrangan sungai dan jalan. d. Menerapkan program PM/PdM
				4	4	16	E	
				4	4	16	A	
				3	4	12	R	
						10.8	Σ	
2		Pipa yang baru berdekatan dengan pipa exsisting yang sedang beroperasi	Konstruksi penanaman pipa baru dengan menggunakan Excavator ,berpotensi membentur pipeline existing pada road crossing maupun sepanjang pipa, Sehingga dapat mengakibatkan terjadinya tumpahan minyak, penyebaran gas ,	2	2	4	P	Rekomendasi pencegahan : a. Membuat prosedur penggalian pada tahapan konstruksi. b. Memilih tenaga kerja yang berpengalaman di bidang penggalian & piping Installation. c. Melakukan pemeriksaan kelayakan peralatan dan alat bantu untuk penggalian. d. Melakukan Safety Talk rutin setiap works group, setiap pagi dan sore
				3	4	12	E	
				3	3	9	A	
				4	3	12	R	
						8.2	Σ	

HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur						
			SYSTEM : Onshore Pipelines						
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment : Onshore Pipelines & Facility				Design Intent :		
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE				NOTES and RECOMMENDATION	
				S	L	R			
3		Pipa yang baru berdekatan dengan pipa exsisting yang sedang beroperasi ,pekerjaan penanaman Onshore Pipeline yang baru berpotensi menyebabkan soil structure slip / longsor dan berpotensi mengakibatkan pipa exsisting menggantung tanpa support melebihi allowable free span.	Menyebabkan pipa exsisting buckling, atau dapat juga membentur pipa baru sehingga bocor mengakibatkan terjadinya tumpahan minyak, penyebaran gas , kebakaran,ledakan ,kecelakaan/cidera, dan protes masyarakat..	2	2	4	P	Rekomendasi pencegahan : a. Menyiapkan prosedur detail untuk pekerjaan penggalian dan penanaman pipa dan perangkat control-nya sesuai dengan jarak antar pipa dan perhitungan desain, sehingga aktivitas konstruksi , pipe laying dan anchoring masih dalam batas jarak aman. b. Melakukan control pada setiap step prosedur.	
				2	2	4	E		
				2	2	4	A		
				2	3	6	R		
						4.2	Σ		
PROCESS HAZARD – Onshore Pipelines									
4	Hydrocarbon releases: fire, explosion, liquid spill	Kegagalan mechanical Integrity jaringan onshore pipeline	Potensi tumpahnya minyak ke tanah , bisnis terganggu , pencemaran lingkungan .	2	2	4	P	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Mendesain onshore pipeline sesuai ASME B.3.14. b. Melakukan PM/PdM rutin	
				2	2	4	E		
				2	3	6	A		
				3	2	6	R		
						4.6	Σ		
5	Racun	Crude oil tidak termasuk kategori racun		1	1	1	P	NOTES: tidak significant	
				1	1	1	E		
				1	1	1	A		
				1	1	1	R		
						1	Σ		



HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur						
			SYSTEM : Onshore Pipelines						
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment : Onshore Pipelines & Facility				Design Intent :		
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE			NOTES and RECOMMENDATION		
				S	L	R			
6	Kebocoran gas ke atmosfir : Flare , venting	Tekanan dari process equipment melebihi yang ditentukan , seperti : compressor , kerusakan setting dll.	Tumpah mencemari Lingkungan	2	2	4	P	Tidak signifikan , karena sesuai aturan yang berlaku emisi udara dimonitor setiap saat.	
				3	2	6	E		
				3	1	3	A		
				2	2	4	R		
						4.4	Σ		
7	Pencemaran air oleh cairan buangan	Air buangan yang tercemar dialirkan ke sungai atau terserap tanah	Sebagian minyak terikut air buangan, mengganggu Lingkungan dan merusak reputasi	2	2	4	P	Tidak signifikan , karena tidak ada air buangan pada pipelines	
				2	3	6	E		
				3	1	3	A		
				2	1	2	R		
						4.2	Σ		
NON-PROCESS HAZARD - Onshore Pipelines									
8	Buildings: accommodation, control room	Tidak ada bangunan		1	1	1	P	Tidak significant	
				1	1	1	E		
				1	1	1	A		
				1	1	1	R		
						1	Σ		
9	Non-Process fires: gas/smoke ingress to safe area, fire escalate to safe area	Onshore pipeline operations tidak terkait Non-Process fires		1	1	1	P	Tidak Significant	
				1	1	1	E		
				1	1	1	A		
				1	1	1	R		
						1	Σ		

HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur						
			SYSTEM : Onshore Pipelines						
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment : Onshore Pipelines & Facility				Design Intent :		
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE			NOTES and RECOMMENDATION		
				S	L	R			
10	Energy: electricity, electric static, pressure, heat	Not applicable in the operations		1	1	1	P	Tidak Significant	
				1	1	1	E		
				1	1	1	A		
				1	1	1	R		
						1	Σ		
11	Storage and material handling	Tidak terkait dengan Storage & Mat'al handling		1	1	1	P	Tidak Sisgnificant	
				1	1	1	E		
				1	1	1	A		
				1	1	1	R		
						1	Σ		
NATURAL HAZARD - Onshore Pipelines									
12	Extreme Weather: high waves, heavy rain, thunderstorm, lightning	Petir menyambar pipelines , sangat kecil kemungkinannya		1	1	1	P	tidak significant	
				1	1	1	E		
				1	1	1	A		
				1	1	1	R		
						1	Σ		
13	Seismic activity, Volcano	Kalimantan Timur bukan daerah gempa		1	1	1	P	Tidak Sisgnificant	
				1	1	1	E		
				1	1	1	A		
				1	1	1	R		
						1	Σ		

HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur					
			SYSTEM : Onshore Pipelines					
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment : Onshore Pipelines & Facility			Design Intent :		
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE			NOTES and RECOMMENDATION	
				S	L	R		
EXTERNAL - Onshore Pipelines								
14	Security: riots, civil disturbance, threats, terrorism	Terjadi pelobangan pipa dan pencurian minyak sepanjang Onshore Lines	Pipeline failure/damage menyebabkan Oil spill , operasi terhenti, berpotensi terjadi tumpahan minyak dan pencemaran tanah.	2	2	4	P	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Pembentukan Patroli keamanan bersama antara PT. Pertamina (Pesero) dan Chevron sepanjang ROW (Right of Way) c. Menerapkan program Corporate Social Responsibility (CSR). d. Mengklasifikasikan area tersebut sebagai area terlarang/terbatas.
				2	2	4	E	
				2	3	6	A	
				3	2	6	R	
						4.6	Σ	
15	Security: riots, civil disturbance, threats, terrorism	Gangguan masyarakat sipil ketika pekerjaan konstruksi Onshore Pipelines	Pekerjaan konstruksi terhambat, equipments rusak , hilang	2	2	4	P	Rekomendasi pencegahan : a. Melakukan Patroli keamanan rutin b. Membentuk Organisasi Penanggulangan Keadaan Darurat melibatkan seluruh stakeholders. c. Mengklasifikasikan area tersebut menjadi daerah terlarang dan operasi terbatas.
				3	2	6	E	
				2	2	4	A	
				3	2	6	R	
						4.8	Σ	
16	Other party activities, Third party activities: public activities, transportation, local industry	Aktivitas kampanye pemilu sekitar ROW	Pipeline failure/damage menyebabkan Oil spill , operasi terhenti, berpotensi terjadi tumpahan minyak dan pencemaran tanah.	2	2	4	P	Rekomendasi pencegahan : a. Melakukan Patroli keamanan rutin b. Membentuk Organisasi Penanggulangan Keadaan Darurat melibatkan seluruh stakeholders. c. Mengklasifikasikan area tersebut menjadi daerah terlarang dan operasi terbatas. d. Melakukan sosialisasi dengan masyarakat dan LSM sekitar.
				2	3	6	E	
				2	2	4	A	
				2	2	4	R	
						4.6	Σ	

HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur						
			SYSTEM : Onshore Pipelines						
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment : Onshore Pipelines & Facility				Design Intent :		
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE				NOTES and RECOMMENDATION	
				S	L	R			
17	Other party activities, Third party activities: public activities, transportation, local industry	Masyarakat demo dan menutup jalan akses masuk ke area konstruksi Onshore Pipelines	Konstruksi terhenti	2	2	4	P	Rekomendasi pencegahan : a. Melakukan Patroli keamanan rutin b. Membentuk Organisasi Penanggulangan Keadaan Darurat melibatkan seluruh stakeholders. c. Mengklasifikasikan area tersebut menjadi daerah terlarang dan operasi terbatas. d. Melakukan sosialisasi dengan masyarakat dan LSM sekitar.	
				2	2	4	E		
				3	2	6	A		
				2	2	4	R		
						4.4	Σ		
WORKING ENVIRONMENT - Onshore Pipelines									
18	Operations failure: Human error during operations and/or maintenance	Terjadi kecelakaan transportasi ketika pekerjaan konstruksi	Asset rusak , proses konstruksi terganggu	2	2	4	P	Rekomendasi pencegahan : a. Safety Talk setiap hari b. Hanya yang memiliki SIM Proyek yang boleh mengendarai kendaraan c. Memeriksa kesehatan setiap pekerja yang akan mengemudi kendaraan berat.	
				2	2	4	E		
				3	1	3	A		
				2	2	4	R		
						3.8	Σ		
19		Terjadi kecelakaan kerja saat aktivitas operations dan maintenance yang menyebabkan fatality , jatuh ,terkena benda panas dll.	Terjadi kematian , kebakaran, operasi terganggu , bisnis terganggu , tumpahan minyak dll.	2	2	4	P	Rekomendasi pencegahan : a. Safety Talk setiap hari b. Melakukan program training HSE safe work practice c. Membuat safety signs, lighting, barriers, housekeeping,dll. d. Mengembangkan Emergency Respon Plan dengan melibatkan paramedic on-site, clinic, ambulance dll (Medivac) , dan melakukan excercise secara berkala	
				2	2	4	E		
				1	3	3	A		
				2	2	4	R		
						3.8	Σ		

HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur						
			SYSTEM : Onshore Pipelines						
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment : Onshore Pipelines & Facility				Design Intent :		
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE				NOTES and RECOMMENDATION	
				S	L	R			
20	Physical: Korosi	Pipelines mengalami korosi sehingga minyak tumpah	Operasi terganggu , bisnis terganggu , minyak mencemari tanah , potensi kebakaran.	2	2	4	P	Rekomendasi pencegahan : a. Melakukan pemeriksaan kualitas crude b. Melakukan program PM/PdM rutin c. Mengembangkan Emergency Respon Plan	
				2	2	4	E		
				2	3	6	A		
				2	2	4	R		
						4.4	Σ		
21	Atmosphere: ventilation, exhaust fumes, confined spa	Tidak berhubungan		1	1	1	P	Tidak Significant	
				1	1	1	E		
				1	1	1	A		
				1	1	1	R		
						1	Σ		

HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur						
			SYSTEM : Offshore Pipelines						
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment : Offshore Pipelines				Design Intent :		
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE			NOTES and RECOMMENDATION		
				S	L	R			
GENERAL - Offshore pipeline									
1	Locations: layout dan orientasi	Ketika mengeruk seabed dekat pipa exsisting yang sedang beroperasi untuk membenamkan pipa yang akan digelar , tiba-tiba pipa exsisting longsor , dan bocor karena membentur pipa yang baru	Terjadi tumpahan minyak ke laut sehingga mengganggu operasi , Lingkungan serta berpengaruh pada kerugian , bisnis .	2	3	6	P	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Membuat Prosedur Trenching pada tahapan konstruksi. b. Mengatur kecepatan pengerukan c. Membuat prosedur kerja aman untuk bekerja di bawah laut d. Membuat Pre-Incident Planning tumpahnya minyak e. Membuat Prosedur Tanggap Daruratnya berdasarkan hasil simulasi sebaran tumpahan minyak di laut.	
				2	4	8	E		
				3	4	12	A		
				4	4	16	R		
						8.8	Σ		
2	Locations: layout dan orientasi	Ketika melakukan trenching pipa yang baru , tiba-tiba seabed longsor sehingga supporting span pipa exsisting berubah dan terjadi buckling .	Berpotensi terjadi kebocoran pipa yang akan menyebabkan terjadinya tumpahan minyak ke laut sehingga mengganggu operasi , Lingkungan serta berpengaruh pada kerugian , bisnis .	2	3	6	P	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Menyiapkan prosedur detail untuk pekerjaan trenching dan perangkat kontrolnya (misalnya GPS) yang merujuk pada perhitungan beban saat penggelaran pipa bawah laut sehingga menjadi panduan bagi keselamatan operasi Lay Barge. b. Memastikan jarak maksimum yang diperbolehkan bagi setiap pipa untuk dapat menggantung tanpa penyangga	
				2	4	8	E		
				3	4	12	A		
				3	4	12	R		
						8.4	Σ		

HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur						
			SYSTEM : Offshore Pipelines						
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment : Offshore Pipelines				Design Intent :		
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE			NOTES and RECOMMENDATION		
				S	L	R			
PROCESS HAZARD – Offshore Pipeline									
3	Kebocoran Minyak : Kebakaran, Ledakan, Tumpahan Minyak	Offshore Pipeline bocor	Terjadi tumpahan minyak ke laut sehingga mengganggu operasi , Lingkungan serta berpengaruh pada kerugian , bisnis .	2	3	6	P	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Membuat design Pipelines sebaik baiknya sesuai ASME B.3.14 b. Melakukan PM/PdM secara rutin c. Membuat Pre-Incident Planning tumpahnya minyak e. Membuat Prosedur Tanggap Daruratnya berdasarkan hasil simulasi sebaran tumpahan minyak di laut.	
				4	4	16	E		
				3	4	12	A		
				4	3	12	R		
						10.8	Σ		
4	Racun	Tidak berhubungan langsung		1	1	1	P	Tidak Significant	
				1	1	1	E		
				1	1	1	A		
				1	1	1	R		
						1	Σ		
5	Discharge to atmosphere: flare, vent	Tidak berhubungan langsung		2	1	2	P	Tidak Significant	
				2	1	2	E		
				2	1	2	A		
				2	1	2	R		
						2	Σ		
NON-PROCESS HAZARD - Offshore pipeline									
6	Buildings: accommodation, control room	Tidak berhubungan langsung		1	1	1	P	Tidak Significant	
				1	1	1	E		
				1	1	1	A		
				1	1	1	R		
						1	Σ		

HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur					
			SYSTEM : Offshore Pipelines					
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment : Offshore Pipelines				Design Intent :	
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE				NOTES and RECOMMENDATION
				S	L	R		
7	Non-Process fires: gas/smoke ingress to safe area, fire escalate to safe area	Tidak berhubungan langsung		1	1	1	P	Tidak Significant
				1	1	1	E	
				1	1	1	A	
				1	1	1	R	
						1	Σ	
8	Energy: electricity, electric static, pressure, heat	Tidak berhubungan langsung		1	1	1	P	Tidak Significant
				1	1	1	E	
				1	1	1	A	
				1	1	1	R	
						1	Σ	
9	Storage and material handling	Tidak berhubungan langsung		1	1	1	P	Tidak Significant
				1	1	1	E	
				1	1	1	A	
				1	1	1	R	
						1	Σ	
NATURAL HAZARD - Offshore Pipelines								
10	Extreme Weather: high waves, heavy rain, thunderstorm, lightning	Tidak berhubungan langsung		1	1	1	P	Tidak Significant
				1	1	1	E	
				1	1	1	A	
				1	1	1	R	
						1	Σ	



HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur					
			SYSTEM : Offshore Pipelines					
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment : Offshore Pipelines				Design Intent :	
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE				NOTES and RECOMMENDATION
				S	L	R		
11	Seismic activity, Volcano	Kalimantan Timur bukan daerah gempa		2	1	2	P	Tidak Significant
				2	1	2	E	
				2	1	2	A	
				2	1	2	R	
						2	Σ	
EXTERNAL - Offshore Pipelines								
12	Security: riots, civil disturbance, threats, terrorism	Terjadi pelobangan pipa dan pencurian minyak sepanjang Offshore Lines	Pipeline failure/damage menyebabkan Oil spill kelaut , operasi terhenti, berpotensi terjadi tumpahan minyak dan pencemaran laut.	2	2	4	P	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Pembentukan Patroli keamanan bersama antara PT. Pertamina (Pesero) dan Chevron sepanjang ROW (Right of Way) c. Menerapkan program Corporate Social Responsibility (CSR). d. Mengklasifikasikan area tersebut sebagai area terlarang/terbatas.
				2	2	4	E	
				3	2	6	A	
				3	2	6	R	
						4.6	Σ	
13		Kegagalan Offsore Pipeline akibat kejatuhan benda , atau pipa terseret anchor kapal.	Navigational Aids lost/damage leading to unsecured operations (i.e.: loss of operations/business, SPM damage due to collision)	4	4	16	P	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Memasang alat bantu navigasi. b. Membuat Pre-Incident Planning tumpahnya minyak serta Prosedur Tanggap c. Daruratnya berdasarkan hasil simulasi sebaran tumpahan minyak di laut.
				4	3	12	E	
				3	4	12	A	
				2	3	6	R	
						13	Σ	

HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur						
			SYSTEM : Offshore Pipelines						
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment : Offshore Pipelines				Design Intent :		
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE			NOTES and RECOMMENDATION		
				S	L	R			
WORKING ENVIRONMENT - Offshore Pipelines									
14		Ketika pelaksanaan konstruksi terjadi kecelakaan kerja dimana pekerja tenggelam kelaut	Fatality korban meninggal , proses konstruksi terganggu, dan mengganggu reputasi perusahaan.	2	2	4	P	Rekomendasi pencegahan : a. Membuat prosedur kerja bawah laut pada tahapan konstruksi. b. Memilih tenaga kerja yang berpengalaman di bidang Offshore piping Installation. c. Melakukan pemeriksaan kelayakan peralatan dan alat bantu untuk Offshore Works. d. Membuat Prosedur Tanggap Darurat, untuk konstruksi. e. Melakukan Safety Talk rutin setiap works group, setiap pagi dan sore	
				2	2	4	E		
				2	2	4	A		
				2	3	6	R		
						4.2	Σ		
15	Physical: Korosi	Offshore Pipelines mengalami korosi sehingga minyak tumpah kelaut	Operasi terganggu , bisnis terganggu , minyak mencemari laut , potensi merusak reputasi	2	2	4	P	Rekomendasi pencegahan : a. Melakukan pemeriksaan kualitas crude b. Melakukan program PM/PdM rutin c. Mengembangkan Emergency Respon Plan	
				2	2	4	E		
				2	3	6	A		
				2	2	4	R		
						4.4	Σ		

HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur					
			SYSTEM : Offshore Pipelines					
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment : Offshore Pipelines			Design Intent :		
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE				NOTES and RECOMMENDATION
				S	L	R		
16	Atmosphere: ventilation, exhaust fumes, confined spa	Tidak berhubungan langsung		1	1	1	P	Tidak Significant
				1	1	1	E	
				1	1	1	A	
				1	1	1	R	
						1	Σ	
17	Diseases: drinking water, contaminated water / food, biological things	Tidak berhubungan langsung		1	1	1	P	Tidak Significant
				1	1	1	E	
				1	1	1	A	
				1	1	1	R	
						1	Σ	

HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur					
			SYSTEM : Single Point Mooring (SPM)					
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment : Loading / Unloading SPM			Design Intent :		
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE			NOTES and RECOMMENDATION	
				S	L	R		
GENERAL - Single Point Mooring (SPM)								
1	Locations : <i>Lay out dan Orientasi</i>	SPM tertabrak Tangker ketika merapat , sehingga SPM Bocor	SPM mengalami (leaks, rupture pada floating hose) sehingga mengakibatkan terlepasnya minyak ke laut dan berdampak pada proses bisnis, pencemaran lingkungan, aset dan reputasi , serta berpotensi terjadinya kebakaran.	2	3	6	P	Rekomendasi pencegahan : a. Rancang design SPM meliputi Mat'al, Seals, Valves , Anchor leg ,anchor base , Corrosion protection dan lain-lain sesuai standard . b.Lakukan Simulasi Tumpahan Minyak kelaut untuk menghitung safeguard system yang harus disiapkan c. Membuat Prosedur Tanggap Darurat, dan selalu mengupdate setiap 3 bulan. d. Melakukan Emergency Drill secara rutin.
				2	4	8	E	
				3	4	12	A	
				4	4	16	R	
						8.8	Σ	
2		Saat Loading Crude ,tanpa diketahui petugas tambat Tangker putus dan Tangker bergerak menjauh dari SPM dan menarik Floating Hose , sehingga robek dan Bocor	Floating hose rusak / bocor , Operasional terganggu , terjadi tumpahan minyak kelaut yang mencemari Lingkungan	3	4	12	P	Rekomendasi pencegahan : a.Review Prosedure Loading dan Unloading Via SPM b.Lakukan Simulasi Tumpahan Minyak kelaut untuk menghitung safeguard system yang harus disiapkan c. Design Specification SPM meliputi : materials,breakaway coupling, anchor leg dan anchor base. d. Membuat Prosedur Tanggap Darurat, dan selalu mengupdate setiap 3 bulan. e. Melakukan Emergency Drill secara rutin.
				3	4	12	E	
				3	4	12	A	
				4	4	16	R	
						12.4	Σ	

HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur						
			SYSTEM : Single Point Mooring (SPM)						
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment : Loading / Unloading SPM				Design Intent :		
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE			NOTES and RECOMMENDATION		
				S	L	R			
PROCESS HAZARD - Single Point Mooring (SPM)									
3	Hydrocarbon releases : <i>Fire, Explosion, Oil Spill</i>	Terjadi kegagalan selama proses Loading / Unloading : <i>a. Connection failure</i> <i>b. Flexible hose failure</i> <i>c. Operation Failure</i>	Hydrocarbon terlepas kelaut dan berdampak pada proses bisnis, pencemaran lingkungan, aset dan reputasi , serta berpotensi terjadinya kebakaran.	2	3	6	P	Rekomendasi pencegahan : 1. Membuat prosedur Loading / Unloading : a. Pre Opreation Check List b. Secondary Containtment c. Grounding / Bonding d. Hose handling & storage etc. 2.Melakukan PM/PdM program for SPM System	
				5	3	15	E		
				5	3	15	A		
				5	3	15	R		
						11.4	Σ		
4	Toxic	Tidak berhubungan		1	1	1	P	Tidak significant	
				1	1	1	E		
				1	1	1	A		
				1	1	1	R		
						1	Σ		
5	Discharge to atmosphere: flare, vent	Tidak berhubungan		1	1	1	P	Tidak significant	
				1	1	1	E		
				1	1	1	A		
				1	1	1	R		
						1	Σ		
NON-PROCESS HAZARD - Single Point Mooring (SPM)									
6	Buildings: accommodation, control room	Tidak berhubungan		1	1	1	P	Tidak significant	
				1	1	1	E		
				1	1	1	A		
				1	1	1	R		
						1	Σ		

HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur					
			SYSTEM : Single Point Mooring (SPM)					
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment :			Design Intent :		
			Loading / Unloading SPM					
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE				NOTES and RECOMMENDATION
				S	L	R		
7	Non-Process fires: gas ingress to safe area, fire escalate to safe area	Tidak berhubungan		1	1	1	P	Tidak significant
				1	1	1	E	
				1	1	1	A	
				1	1	1	R	
						1	Σ	
8	Energy: electricity, electric static, pressure, heat	Electric static discharge pada saat crude oil sampling	kebakaran SPM , tumpahan minyak kelaut	2	3	6	P	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Membuat Standar Operating Procedure (SOP), pengoperasian SPM b. Membuat program pemeliharaan dan inspeksi tangki timbun c. Membuat Pre-Incident Planning dan Prosedur Tanggap Darurat. d. Menyediakan peralatan lindungan lingkungan untuk tanggap darurat tumpahan minyak. e. Melakukan Emergency Drill secara rutin pada masa konstruksi dan operasi.
				3	3	9	E	
				3	3	9	A	
				2	3	6	R	
						7.5	Σ	
9	Storage and material handling	Tidak berhubungan		1	1	1	P	Tidak significant
				1	1	1	E	
				1	1	1	A	
				1	1	1	R	
						1	Σ	

HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur						
			SYSTEM : Single Point Mooring (SPM)						
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment : Loading / Unloading SPM				Design Intent :		
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE			NOTES and RECOMMENDATION		
				S	L	R			
NATURAL HAZARD - Single Point Mooring (SPM)									
10	Extreme Weather: high waves, heavy rain, thunderstorm, lightning	Pada saat Loading / Unloading , SPM mengalami lepas dari anchornya sehingga floating hose dan subsea hose tertarik dan robek.	Hydrocarbon terlepas kelaut dan berdampak pada proses bisnis, pencemaran lingkungan, aset dan reputasi , serta berpotensi terjadinya kebakaran.	1	3	3	P	Rekomendasi pencegahan : a. Rancang design SPM meliputi Mat'al, Seals, Valves , Anchor leg ,anchor base , Corrosion protection dan lain-lain sesuai standard . b.Lakukan Simulasi Tumpahan Minyak kelaut untuk menghitung safeguard system yang harus disiapkan c. Membuat Prosedur Tanggap Darurat, dan selalu mengupdate setiap 3 bulan. d. Melakukan Emergency Drill secara rutin.	
				4	3	12	E		
				4	3	12	A		
				3	3	9	R		
						8.1	Σ		
11	Seismic activity, Volcano	Tidak berhubungan		1	1	1	P	Kalimantan Timur bukan daerah gempa	
				1	1	1	E		
				1	1	1	A		
				1	1	1	R		
						1	Σ		
12	Landslides: Erosion, Subsidence, Earthquake	Kaltim Tidak berhubungan dengan Erosi laut		2	2	4	P	Tidak significant	
				2	2	4	E		
				2	2	4	A		
				2	2	4	R		
						4	Σ		

HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur						
			SYSTEM : Single Point Mooring (SPM)						
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment : Loading / Unloading SPM				Design Intent :		
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE			NOTES and RECOMMENDATION		
				S	L	R			
EXTERNAL - Single Point Mooring (SPM)									
13	Security: riots, civil disturbance, threats, terrorism	Terjadi gangguan masyarakat terhadap SPM	SPM bocor menyebabkan Oil spill kelaut , operasi terhenti, berpotensi terjadi tumpahan minyak dan pencemaran laut.	2	3	6	P	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Pembentukan Patroli keamanan bersama antara PT. Pertamina (Pesero) dan Chevron sepanjang ROW (Right of Way) c. Menerapkan program Corporate Social Responsibility (CSR). d. Mengklasifikasikan area tersebut sebagai area terlarang/terbatas.	
				5	3	15	E		
				5	3	15	A		
				5	3	15	R		
						11.4	Σ		
14	Security: riots, civil disturbance, threats, terrorism	SPM tertabrak kapal lain yang sedang lewat.	SPM bocor menyebabkan Oil spill kelaut , operasi terhenti, berpotensi terjadi tumpahan minyak dan pencemaran laut.	2	3	6	P	Rekomendasi pencegahan : a. Pasang alat bantu navigasi b. Rancang design SPM meliputi Mat'al, Seals, Valves , Anchor leg ,anchor base , Corrosion protection dan lain-lain sesuai standard . c.Lakukan Simulasi Tumpahan Minyak kelaut untuk menghitung safeguard system yang harus disiapkan d. Membuat Prosedur Tanggap Darurat, dan selalu mengupdate setiap 3 bulan. e. Melakukan Emergency Drill secara rutin.	
				3	4	12	E		
				3	4	12	A		
				3	4	12	R		
						9.6	Σ		



HAZID STUDY - RECORD SHEET			PROJECT : Terminal dan Tangki Minyak Mentah Kalimantan Timur						
			SYSTEM : Single Point Mooring (SPM)						
Drawings (PFD, P&ID, Layout) :			Equipment : Loading / Unloading SPM				Design Intent :		
No	GUIDEWORDS	ISSUES	CONSEQUENCES	RISK SCORE			NOTES and RECOMMENDATION		
				S	L	R			
WORKING ENVIRONMENT - Single Point Mooring (SPM)									
15	Operations failure: human error during operations and/or maintenance	Anchor Tanker jatuh mengenai PLEM.	PLEM bocor dan crude tumpah ke laut , Operasi terhenti, berpotensi pencemaran laut	2	3	6	P	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Membuat Standar Operating Procedure (SOP), pengoperasian SPM b. Setiap Loading harus ada Tugboat pandu c. Membuat Pre-Incident Planning dan Prosedur Tanggap Darurat. d. Menyediakan peralatan lindungan lingkungan untuk tanggap darurat tumpahan minyak. e. Melakukan Emergency Drill secara rutin pada masa konstruksi dan operasi.	
				2	3	6	E		
				3	3	9	A		
				3	4	12	R		
						7.2	Σ		
16	Operations failure: human error during operations and/or maintenance	Floating Hose robek karena overpressure	Floatinghose bocor menyebabkan Oil spill kelaut , operasi terhenti, berpotensi terjadi tumpahan minyak dan pencemaran laut.	3	4	12	P	Rekomendasi tindakan pencegahan: a. Membuat Standar Operating Procedure (SOP), pengoperasian SPM b. Setiap Loading harus ada Tugboat pandu c. Membuat Pre-Incident Planning dan Prosedur Tanggap Darurat. d. Menyediakan peralatan lindungan lingkungan untuk tanggap darurat tumpahan minyak. e. Melakukan Emergency Drill secara rutin pada masa konstruksi dan operasi.	
				2	3	6	E		
				3	3	9	A		
				2	4	8	R		
						9.2	Σ		

## DAFTAR PUSTAKA

- API 581.2000. "*Risk Based Inspection*".
- APM (Association for Project Management). 1997. *Project Risk Analysis and Management*. Norwich Norfolk: The APM group Ltd.
- ASME B 31.4, "Liquid Transportation System for Hydrocarbons and other Liquids".
- AS/NZS (Australian and New Zealand Standard) .1999a. *Risk Management*. Australia: Standards Association of Australia.
- AS/NZS (Australian and New Zealand Standard).1999b. *Guidelines for Managing Risk in the Australian and New Zealand Public Sector*. Australia: HB 143.
- Byrne, P .1996. *Risk, uncertainty and decision-making in property development*. London: Spon.
- Carter, B and Centre, N C .1996. *Introducing RISKMAN: the European project risk management methodology*. London: The Stationary Office.
- Chapman, C and Ward, S .1997.*Project Risk Management: Processes, Techniques and Insights*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- DNV RP-F107. 2011. "*Risk Assessment of Pipeline Protection*"
- DNV OS-A101.2011. "Safety Principles and Arrangements".
- Flanagan, R and Norman, G .1993. *Risk Management and Construction*. Xford: Blackwell Science Ltd.
- ICE and FIA (Institution of Civil Engineering and Faculty and Institute of Actuaries).1998. *RAMP (risk analysis and management for projects)*. London: Thomas Telford.
- ISO 31000. 2009. "*Risk Management - Principles and Guidelines*".
- Kepmentamben No.300.K/38/M.pe/1997, "Keselamatan Kerja Pipa Penyalur Minyak dan Gas Bumi".
- PMI (Project Management Institute) .2008. *A Guide to the Project Management*
- Muhlbaeuer, W.K.. 2006. "*Pipeline Risk Management Manual, 2nd Edition*"
- Body of Knowledge*. Pennsylvania:
- SNI 13-3473-2002 (ASME/ANSI B.31-4), Sistem Transportasi Cairan untuk Hidrokarbon, Gas Petroleum Cair, Amoniak Anhidrus dan Alkohol.
- UU No.1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja.
- UU No.32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.



### **BIODATA PENULIS :**

Penulis dilahirkan di Pamekasan pada tanggal 05 Februari 1962, anak ke lima dari tujuh bersaudara pasangan Drs.R.P.Moh. Saleh Tjokroasmoro dan Koesminingsih. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Pangeranan Barat Pamekasan (1969-1974), SMPN 1 Surabaya (1975-1977), SMAN 5 Surabaya (1978-1981), Teknik Industri – Mesin ITS Surabaya (1981-1987), MMT – ITS Surabaya (2013-2015). Penulis berpengalaman kerja di Pabrik Gula Kebon Agung (1987-1989), PT Pertamina Persero (1990-sekarang). Korespondensi dengan penulis dapat dilakukan melalui email [bfebian@gmail.com](mailto:bfebian@gmail.com).